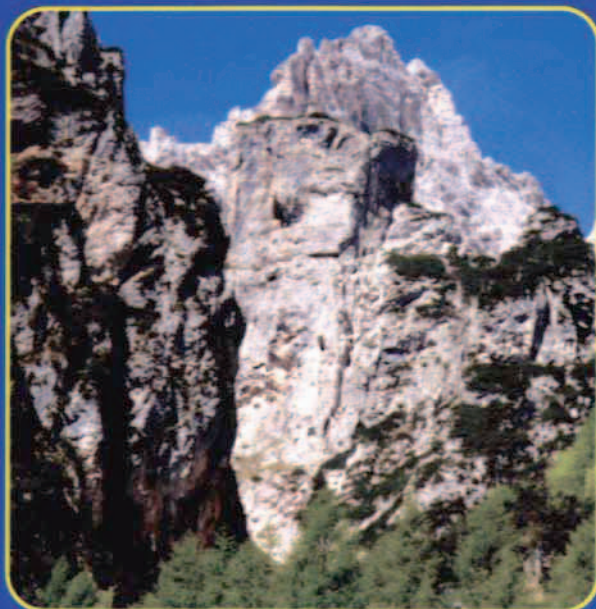
CLUB ALPINO ITALIANO

UNIVERSITÀ DI TRENTO

Convegno nazionale

CARTOGRAFIA DELLA MONTAGNA

bollettino della associazione italiana di cartografia

117-118-119 aprile-settembre-dicembre 2003

ISSN 00449733

Sommario – Bollettino AIC nr. 117-118-119 – aprile-settembre-dicembre 2003

ATTI DEL CONVEGNO NAZIONALE

CARTOGRAFIA DELLA MONTAGNA

(Trento 28-30 aprile 2003)

Relazioni introduttive

Conoscenza della montagna nella rappresentazione cartografica

Dall'immagine al segno nella rappresentazione della montagna

Dinamiche della montagna: studio dei fenomeni e loro rappresentazione

21. Gabriele Garnero, Danilo Godone, *Immagini satellitari ad alta risoluzione: un nuovo strumento per l'aggiornamento della cartografia in zona montana*
22. Giancarlo Massari, Michele Potleca, Nicola Stefanelli, *Primi risultati geomorfologici da strisciate laser scannibg della frana del Passo della Morte*
23. Alberto Carton, Carlo Baroni, Roberto Seppi, *La cartografia antica ed attuale negli studi di glaciologia e di geologia glaciale*
24. Marco Ciolli, Ermanno Milesi, Alfonso Vitti, Paolo Zatelli, *I cambiamenti del paesaggio montano: analisi di immagini aeree multitemporali per l'individuazione dei cambiamenti del paesaggio alpino*
25. Angelo Besana, Elisabetta Morelli, Paolo Zatelli, *Caratterizzazione delle dinamiche demografiche in ambiente montano attraverso l'uso di strumenti GIS*
26. Augusto Cavazzani, Alessandro Garofano, *La cartografia della F.I.S.O. – Federazione Italiana Sport Orientamento*
27. Giuseppe Borruso, *Cartografia escursionistica tradizionale vesus nuove tecnologie geografiche. Problemi e prospettive*
28. Sebastaino Rao, *L'esperienza del progetto INTERREG II Alpi senza frontiere*

Nuove frontiere della cartografia

29. M. Balzarolo, S. Bocchi, M. Boschetti, P.A. Brivio, *La montagna nelle riprese satellitari*
30. Giovanni Mauro, Guido Nassimbeni, Alfredo Altobelli, R. Napolitano, *Prime stime di biomassa forestale tramite l'utilizzo di immagini satellitari nella provincia di Pordenone*
31. Roberto Chiabrando, Danilo Godone, *Il modello digitale del terreno come supporto decisionale per interventi di valorizzazione del territorio montano*
32. R. Chiabrando, G. Garnero, D. Godone, A. Caimi, S. Stanchi, E. Zanini, D. Aigotti, M. Calafiore, C. Rossi, R. Giannini, M. Quaglia, *Il modello digitale del terreno come supporto decisionale per interventi di valorizzazione del territorio montano*
33. Massimo Pecci, *Cartografia geomorfologia delle aree di alta montagna applicata alla riduzione dei rischi naturali: integrazione di rilievi rilievi tradizionali e tecnologie GIS e GPS nel caso di studio del Cho Oyo – Himalaya, Tibet*
34. V. Achilli, A. Bedin, M. Fabris, A. Menin, G. Salemi, G. Targa, *Applicazione di metodologie integrate per i rilievo e la rappresentazione 3D in ambiente montano. Test site: le Dolomiti Bellunesi*

LA MONTAGNA: DALL'IMMAGINE AL SEGNO

Silvino Salgaro (*)

(*) Dipartimento di Discipline filologiche e storiche - Facoltà di Lettere e Filosofia
Università di Trento

"La montagna dà forma ai nostri sogni nel momento in cui sono i nostri sogni a darle forma, perché non vi è altro, qui, se non un perpetuo gioco d'echi tra realtà e immaginario", Jean-Olivier Majastre, "La traversata delle apparenze", 1992.

Montagna e cartografia. Le ragioni di un convegno e di un tema

Quando lo scorso anno mi si propose di tenere a Trento l'annuale Convegno Nazionale dell'Associazione di Cartografia ho accettato con entusiasmo. Ad un ormai antico legame con la cartografia, ambito nel quale ho steso la tesi di laurea ed al quale avevo dedicato le mie prime ricerche, esposte in alcuni casi proprio partecipando ai convegni AIC, si associava il tema scelto per l'incontro – la montagna – un habitat al quale sono legato per nascita, per ambito di ricerca, per sede di lavoro.

Se a ciò si aggiunge la possibilità di chiudere l'Anno internazionale della montagna in Trentino, una regione di montagna per antonomasia (l'Istat la classifica tale al 100% del suo territorio), ed in contemporanea con il Festival della montagna, l'annuale manifestazione che la città ospita da anni, mi sembrava, da un lato, l'opportuno coronamento ad un itinerario scientifico culturale che, nell'ultimo decennio, ha visto il mondo dei geografi riappropriarsi di un tema specifico, colpevolmente abbandonato per troppo tempo sulla scia di interessi e mode più o meno appariscenti sulla scena economico-strutturale del Paese, e, dall'altro, la possibilità di ricucire un rapporto geografia-cartografia, che negli ultimi anni sembra essersi incrinato.

La montagna: un tema di peculiare interesse geografico

Per decenni, coste, città, paesaggi industriali, regione e turismo, nei loro effetti territoriali, interazioni, valenze e suscettività hanno monopolizzato la scena della ricerca geografica. Poco alla moda (nonostante qualche sporadico tentativo di riprendere le audaci sintesi cui ci aveva abituati la scuola francese con i lavori sull'argomento di Vidal de la Blache, e soprattutto di J. Buache con *L'homme e*

la montagne); poco significativa per gli interessi mossi dall'economia, che a grandi balzi si stava orientando all'industrializzazione diffusa; soggetta ad una percezione/rappresentazione negativa, derivata dalla fatica di dover operare in un ambiente difficile e sovente ostile, nonché ambiti scarsamente remunerativi dal punto di vista economico (Scaramellini individua un carattere di omogeneità proprio nella povertà diffusa); contrassegnata da stili di vita arretrati, e quindi rifuggita, appena possibile, con l'abbandono tanto degli areali, quanto, e forse più frequentemente, delle attività tradizionali, la montagna è stata a lungo relegata in una sorta di marginalità scientifico-culturale.

Pur tuttavia la montagna è tema caro e antico alla ricerca geografica italiana, perché, come sottolinea Salvatori nella presentazione del recente volume *Montagne d'Italia* per i tipi della De Agostini essa "...appartiene al patrimonio della cultura geografica. Così come appartiene alla prassi di ricerca delle scienze geografiche il sistematico riguardo per la conoscenza dei territori montani, della loro identità, dei processi ambientali che sono loro propri, dei problemi di organizzazione e gestione che li concernono, dell'evoluzione o del regresso delle forme di produzione messe in atto dalle comunità che vi sono insediate..."[1].

Il rinnovato interesse per la montagna che, nell'arco dell'ultimo decennio o poco più ha contraddistinto la geografia italiana, ha preso avvio nel 1990 con la costituzione di un Gruppo di lavoro Agei, coordinato da Bernardi, *La montagna italiana. Possibilità di sviluppo nella tradizione e nella modernità*. Presentando il resoconto delle ricerche svolte si scriveva[2] "... La montagna ricomincia oggi a suscitare l'interesse di molti, e non solo studiosi. Estremamente variegati sono i connotati di questo rinnovato interesse, così come molteplici e diversificati sono i quadri fisici ed antropici attraverso i quali la montagna si esprime, come dimostra il fatto che anche in Italia si dovrebbe parlare di montagne, riservando il termine montagna per il concetto generale espresso dall'entità territoriale nel suo insieme. Una realtà cioè che si manifesta come area marginale e di spopolamento, area di polarizzazione e di rifugio, area dove benessere e malessere a livello economico e a livello sociale si alternano e si contraddicono, area dove la naturalità viene protetta o violentata (se non mistificata), area infine, dove tradizione e modernità tentano di trovare (o meglio devono trovare) un corretto equilibrio tra continuità e rinnovamento...".

La messa allo scoperto delle diseconomie, delle contraddizioni, degli squilibri che avevano portato alla destrutturazione della Montagna, come regione geografica omogenea, avevano suggerito un nuovo progetto di ricerca intitolato

---

1 SALVATORI F., AA.VV., *Montagne d'Italia,* Novara, De Agostini, 2002, p. 8.

2 BERNARDI R., SALGARO S., SMIRAGLIA C., *L'evoluzione della montagna italiana fra tradizione e modernità,* Bologna, Pàtron,1994.

Situazioni e aree di transizione ed intermedie della montagna, (1994) nell'intento di cogliere, se, e come, la montagna intermedia potesse porsi come ambito di collegamento, piuttosto che di separazione, fra territori, nonché fra passato e futuro.

A queste ricerche hanno fatto seguito diverse indagini e numerosi volumi sono stati editi, tanto che anche volendo ricordarli tutti si correrebbe il rischio di escluderne qualcuno (da Bernardi a Bignami, da De Vecchis a Scaramellini, ecc.).

Le iniziative scientifiche, editoriali e culturali in senso lato, promosse in connessione con l'Anno internazionale della Montagna, sono ulteriormente servite a riscoprire una realtà territoriale particolarmente importante e significativa per l'Uomo, visti gli influssi che essa ha sul geosistema, e le società tutte, per le interazioni che con queste attua tanto nei Paesi poveri che in quelli ricchi.

Una dicotomia ir-reale: geografia-cartografia

Negli ultimi anni i progressi registrati dalla tecnologia e dalla tecnica hanno rinnovato e migliorato profondamente il prodotto cartografico, ma hanno altresì scavato un solco sempre più ampio tra geografia e cartografia.

L'immagine emblematica di questa situazione può essere data proprio dalla cartografia di montagna. Paradossalmente, fin tanto che la montagna è stata vista, letta e rappresentata in forma iconica, come immagine globale (anche se in modo distaccato, quasi avulso in termini d'interesse, da parte della *non montagna*) essa è stata vicina all'uomo ed alla geografia; quanto più, invece, la cartografia si è avvicinata alla montagna, rappresentandola analiticamente, grazie al segno, questa si è allontanata dalla percezione, e quindi dall'uomo e dalla geografia.

Il geografo, che per lungo tempo è stato anche un apprezzato cartografo, nel senso di costruttore di carte (basti ricordare al proposito come l'innovazione più significativa nella rappresentazione della montagna sia dovuta proprio agli ingegneri geografi dell'esercito francese), è diventato sempre più fruitore di un prodotto quasi indifferenziato, al di là del tema rappresentato o del taglio dimensionale della carta.

Il cartografo, per contro, è diventato sempre più un tecnico, professionista nell'uso di strumenti sofisticati, il quale elabora dati e propone modelli di raffigurazione, seguendo una logica ed una grammatica sovente disancorate dalle finalità della ricerca applicata che interessa e con la quale interagisce precipuamente il geografo[3].

La percezione che in tempi recenti si sia andato instaurando un ir-reale distac-

[3] Molti campi di studio della geografia, oggi, sono stati "occupati" da urbanisti, architetti, pianificatori, ecc. mentre la cartografia si è orientata sempre più ad un pubblico di fruitori (turisti, amministratori, ecc) differenziato dal geografo; senza contare che la sua specializzazione tecnologica l'ha fatta diventare sempre più materia per iniziati. Hardware e software, oggi largamente utilizzati negli Uf-

co tra cartografia e geografia è provata dal crescente disinteresse della geografia universitaria per la cartografia, come si può vedere dalla pressoché scomparsa del suo insegnamento in molti corsi (anche per altre ragioni, invero, ma è pur sempre un'indicazione che dovrebbe preoccupare almeno chi ama la geografia ed il suo specifico linguaggio). È peraltro un distacco *ir-reale*, nel senso che è del tutto illogico, poiché la cartografia rimane comunque strumento proprio, e linguaggio specifico della disciplina, ma al tempo stesso *reale*, nel senso che di fatto esiste, poiché essa si sta interessando sempre più allo sfruttamento delle potenzialità ed alla risoluzione dei problemi applicati e connessi alla più recente e sofisticata tecnologia, oppure alla sperimentazione ed applicazione di strumenti e metodi innovativi nella raffigurazione della superficie terrestre e delle sue caratteristiche, ma per i quali occorrono professionalità e competenze che quasi sempre esulano dagli ambiti applicativi, in chiave scientifico-didattica, di cui si occupa la geografia.

Proprio per ricostituire quella unitarietà d'intenti a lungo esistita, e mai del tutto sopita tra geografia e cartografia, che aveva sempre portato vantaggi ad entrambe le discipline si è deciso di recuperare un rapporto apparentemente interrotto assegnando al Convegno un tema territoriale concreto, specifico, attorno al quale coagulare le relazioni e i contributi prodotti dai due versanti disciplinari, nonché affidandomi una delle relazioni da svolgere in ottica più prettamente geografica che cartografica in senso stretto, anche se riferimenti specifici non mancheranno. Anzi saranno proprio le "carte", intese in senso lato, a testimoniare come la percezione e la rappresentazione del rilievo abbiano portato alla progressiva destrutturazione della Montagna. Di qui la scelta del tema *La montagna: dall'immagine al segno* mediante il quale poter seguire il processo mentale di affinamento logico-tecnico, attraverso cui la montagna, toccando le fasi della conoscenza, rappresentazione, invenzione, raffigurazione e conquista da parte della società "altra" (nello specifico di matrice soprattutto urbana), si è articolata in montagne (diverse per caratteri, stile di vita, crescita economica e potenzialità di sviluppo), modificando sovente valori, alterando equilibri ed innescando diseconomie che, a distanza di tempo, si ripercuotono sempre più spesso sugli abitati delle valli e sulle stesse città della pianura.

Si è trattato di un processo lungo, articolato e complesso (proprio come la differenziazione delle rappresentazioni e raffigurazioni della montagna nelle sue forme più disparate e diverse, quali possono essere il mito, la letteratura, la raffigurazione iconica, reale e immaginaria, la pubblicistica e, ovviamente la cartografia geometrica e tematica), attra-

fici come negli Enti per la realizzazione di carte sono per gran parte della popolazione, ma anche per buona parte dei geografi, realtà astruse, che hanno portato al distacco crescente dalla costruzione di quello che, da sempre, è stato il linguaggio della geografia, quando, al contrario, proprio le potenzialità da quelle offerte, potrebbero e dovrebbero aumentare e favorire le realizzazioni grafiche.

verso il quale la società ha saputo o voluto esprimere, codificandoli, i cambiamenti della montagna percepita, reale o vissuta.

Le diverse immagini con cui si è raffigurata la montagna non identificano solo modi differenti di rappresentazione delle sue caratteristiche, aspetti e potenzialità, testimoniando nel contempo l'evoluzione della tecnica iconico-semiologica; sono pure il risultato di un filtraggio del reale attuato dalla società rispetto ai parametri di percezione culturale propri di ciascuna epoca, nonché delle necessità della società stessa che si attende un certo tipo di rappresentazione e raffigurazione del reale.

Ripercorrere le modalità e la sequenza attraverso cui la concezione della territorialità, tanto reale e concreta, quanto astratta, e la trascrizione dei suoi limiti hanno trovato espressione, al di là della resa plastica della morfologia, dell'efficace cromatismo e dell'uso dei segni più o meno convenzionali utilizzati, significa entrare all'interno delle relazioni che gli uomini intrattengono con lo spazio, che funge da supporto alla loro azione o da scenario alle loro attività, poiché la rappresentazione della montagna accompagna evidentemente tanto l'evoluzione culturale della società, quanto le sue necessità, i suoi desideri o aspirazioni, a volte con modalità univoche, a volte coincidenti ed integrate, ma a volte anche contrastanti, se non nelle finalità, nei risultati conseguiti.

La montagna una regione geografica..

Con la generica definizione di montagna, nel passato, si connotava una regione geografica identificata ed identificabile da caratteri propri ed unici; una realtà i cui caratteri non erano determinati tanto dalla presenza di un numero più o meno consistente di uomini, né tanto meno dalla loro appartenenza ad una nazione piuttosto che ad un'altra[4], quanto da usi e costumi che si evidenziavano in un sottile equilibrio ambientale, vincolato ad un fragile rapporto tra risorse e popolazione[5].

Il legame tra uomo e ambiente si estrinsecava in peculiarità che si potevano facilmente cogliere ed estendere come generalizzazione a tutto quel particolare

[4] Per comprendere in che misura la montagna rappresentasse un'ecumene ideologica unitaria basta osservarne il genere di vita alquanto simile, per non dire uguale, in tutta l'area montana, indipendentemente dalla presenza di demarcazioni piuttosto rigide quali potevano essere crinali elevati, ghiacciai estesi o confini di Stato; cfr. S. SALGARO, S. VANTINI, "Naturalità e condizionamento antropico nelle Alpi. "L'effetto frontiera" nella dinamica territoriale di una regione di confine", Atti Colloque International *L'effet frontière dans les Alpes,* Aosta, La Vallée Ed., 1992, pp. 137-174.

[5] Anche BALDACCI O., nella presentazione al volume sulla montagna di DE VECCHIS G., *La montagna italiana tra degrado e sviluppo. Il ruolo delle Comunità Montane,* Roma, Pubbl. Cattedra di Geografia LUMSA, 1988, p. 5, scrive: "*... La montagna - geograficamente considerata - può essere definita una fascia altitudinale della superficie terrestre, in cui alle condizioni di vita dell'area ecumenica subentrano e si mescolano quelle dell'area subecumenica. La base fisica é certamente fondamentale, ma é la componente umana che caratterizza la montagna conferendole, con paesaggi tipici, la sua individua geograficità...*".

territorio. Le eccezioni – se c'erano – erano sempre di matrice esterna ed avevano effetti limitati, così da risultare ininfluenti nel contesto generale, e passare, il più delle volte, inosservate. Recentemente invece, le dimensioni e l'ampiezza del rilievo, la molteplicità delle forme e della tipologia dei suoli, la diversità delle situazioni, la complessità delle dinamiche economiche, nonché gli influssi culturali provenienti dall'esterno hanno indotto mutamenti che hanno intaccato quella realtà territoriale sufficientemente omogenea, trasformandola dapprima in *montagne* e, successivamente, in realtà addirittura difficilmente definibili come tali[6], poiché quegli elementi antropofisici che, assieme, formavano un composito, ma compatto sistema, si sono trovati frammentati in miriadi di situazioni e realtà ambientali aventi economia e modi di vita completamente diversi tra loro. In ragione di ciò gli squilibri prima esistenti tra aree più o meno forti, ma comunque omologhe, non solo si sono ingigantiti, creandone nel contempo di nuovi, ma hanno addirittura originato profonde lacerazioni territoriali.

A lungo ignorata, la montagna, è stata oggetto di grande attenzione da parte delle società urbane solo a partire dal Rinascimento. Progressivamente inglobata nel territorio della pianura, prima come area da sfruttare per la fornitura di materie prime (legname, minerali, acqua) ed in seguito come elemento naturale da utilizzare come barriera a tutela degli Stati nazionali, progressivamente è stata resa partecipe dello sviluppo economico industriale (sfruttandone le potenzialità minerarie, le risorse idriche, la manodopera abbondante) e turistico (con l'inserimento di strutture ed infrastrutture finalizzate ai flussi di traffico commerciale ed al soggiorno/tempo libero di turisti ed escursionisti).

Tuttavia, la partecipazione della montagna ai processi economico-produttivi è stata sempre marginale. Amministratori e politici l'hanno per lo più vista ed utilizzata come supporto per l'inserimento di attività importate, tanto che chi aveva continuato a vivere in montagna si è trovato spesso, per non dire sempre, ad essere spettatore di decisioni assunte altrove, ma in virtù delle quali gli è stato richiesto, o imposto, di adattarsi, cambiando stili di vita e comportamenti sulla base di forme economiche che, oltre ad essere imposte dall'esterno, avevano il pesante limite di essere disancorate da modelli di vita millenari.

Lasciata in balia delle regole del mercato e delle spinte economiche orientate solo al profitto ed alla rincorsa a modelli di vita "altri", la montagna ha finito per perdere l'occasione di ricostituire una regione geografica più ampia e diversa da quella originaria, ma integrata con la pianura, ambito con il quale poter interagire con pari dignità per conseguire uno sviluppo equilibrato.

[6] Già nel 1933 BLANCHARD R., nella prefazione all'opera di BLACHE J., *L'homme et la montagne,* Parigi, Gallimad, p. 7, scriveva: "... *Une définition même de la montagne, qui soit claire et compréhensive, est à elle seule à peu près impossible a fournir...*".

La mancata programmazione di una gestione integrata ha finito col danneggiare anche la pianura, che sempre più spesso è chiamata a pagare i danni di una dissipazione ecologica che ha portato il sistema fisico e il sistema umano ad ignorarsi.

Di qui la necessità di porre maggiore attenzione alla montagna, che tende a perdere identità, dopo aver perso popolazione, e a perdere economia, dopo aver perso risorse, al fine di individuare le possibili strategie d'intervento, tese ad evitare quella crescita che, svilendo il rapporto uomo-montagna con tipologie di sviluppo semplificatorie e d'importazione, negli ultimi anni, sta innescando squilibri irreversibili. In altri termini é importante verificare se uno sviluppo della montagna compatibile con i modelli definiti, con linguaggio *à la page*, dell'ambientalismo di seconda generazione (ma forse si potrebbe dire più semplicemente di geografia applicata), che, oltre a denunciare le diseconomie si preoccupa di individuarne le soluzioni più idonee, sia ancora possibile.

In effetti uno dei problemi fondamentali della montagna d'oggi é la dicotomia instauratasi tra aree ancorate alla tradizione ed ai suoi valori, ed aree, in cui la crescita socio-economica ha indotto, con gli elementi della modernità, processi di omologazione urbana, oltre che profonde fratture all'interno del sistema territoriale.

Scopo della relazione é quindi anche quello di cercare la possibile chiave interpretativa della ragioni che hanno generato questa contrapposizione, in modo da chiarire se la montagna può tornare ad essere una regione geografica o quanto meno uno spazio autonomo, seppur non indipendente, e se gli elementi della tradizione e della modernità, che hanno caratterizzato la differente crescita socioeconomica delle montagne, siano da considerarsi aspetti non solo antitetici, ma addirittura inconciliabili.

La montagna soffre. Lo dimostrano le iniziative intraprese negli ultimi decenni sia a livello legislativo che economico finanziario (con l'istituzione delle Comunità montane, con la legge quadro sulla montagna italiana, con le misure di sostegno economico attuate da diverse regioni, Unione Europea, ecc.) per sanare una frattura territoriale che rischia di procurare seri danni al geosistema. Si tratta di tutta una serie di interventi che hanno permesso ai residenti di recuperare, almeno in parte, il divario economico nel tenore di vita, ma che non hanno ancora consentito di ricostituire quell'unità territoriale, intesa come rapporto dialettico tra potenzialità ambientali, contesto sociale e sviluppo economico che per secoli ne aveva contraddistinto l'identità. È quindi prioritario ed urgente trovare soluzioni rapide, efficaci e durature se si vuole che degrado e dissesto della montagna non producano ulteriori danni al sistema Paese.

... separata dalla pianura

L'articolata morfologia, l'orientamento delle valli, la difficoltà dei collegamenti non avevano ostacolato più di tanto i collegamenti interni alla montagna: sentieri e carrarecce consentivano i col-

legamenti necessari al sostentamento di un'economia povera, ma ben articolata nello scambio dei diversi prodotti. Basati su poli interni, scambi e traffici avevano consentito alla montagna una propria identità, fatta di tradizione, cultura, stile di vita, solidarietà, rispetto e attenzione ambientale.

La stessa frammentazione politica, la presenza di confini e di frontiere, non aveva impedito che legami di ogni genere continuassero tra un versante e l'altro. Paradossalmente, villaggi e centri abitati, considerati dall'esterno come isolati e chiusi da un'autarchia socio-economica, oltre che culturale, in realtà erano più aperti al "mondo"[7] di chi si trovava in siti più accessibili per la presenza di una viabilità favorevole. La necessità di reperire risorse, materiali ed oggetti non presenti in loco imponeva mobilità e scambi spazialmente molto più dilatati di chi viveva in pianura.

In una sorta di determinismo geografico, l'uso di materiali, strumenti e tecniche, nei secoli, si era adattato alle particolari condizioni ambientali; un continuo rimescolamento demografico determinato dagli eventi storici, e regolari contatti avevano prodotto, se non una cultura, un fondo comune di culture, espanse e consolidate, al punto che ancor oggi, a distanza di millenni, non sono state superate per funzionalità e durata (la tecnologia ha consentito solamente di ridurre la fatica, ma non di mantenere, ad esempio, un equilibrato rapporto tra azione antropica e ambiente).

I contatti con la pianura esistevano, ma erano fondamentalmente di complementarietà e di transito. Mondo difficile, isolato, marginale rispetto ai più facili collegamenti marittimi ed alle direttrici della pianura la montagna rimaneva avvolta nel mistero. Non a caso gran parte dei miti, o della sua percezione, resta ancorata a qualcosa di ignoto o di irragiungibile.

La percezione e la rappresentazione della montagna rimane a lungo una realtà quasi ir-reale. Nonostante la sua evidenza materiale, l'immagine che le società umane tracciano di questa regione geografica è molto diversa da chi la guarda dall'interno; per i primi è una realtà indifferenziata, percepita globalmente per effetto della materialità della sua orografia, intesa come spessore, dimensione, altimetria. La stessa morfologia incide nella percezione per le valenze connesse all'accessibilità, all'ampiezza, alla pendenza, alla tipologia dei suoli; per i secondi la montagna è una realtà diversificata, composita, in cui i momenti ambientali lasciano posto alla storia delle differenti comunità, articolate in minoranze, usi, costumi, lingua, *regole*.

La percezione della montagna, come quando si guarda un'altra persona, diventa tale sulla base della descrizione che viene fatta dall'altro. È una sorta di let-

[7] In molti casi, per chi abitava in montagna, era sufficiente superare il crinale per trovarsi in un altro Stato, senza contare che chi viveva in queste zone di confine di norma conosceva almeno un'altra lingua, che gli esrviva per i contatti e gli scambi intervallivi.

tura di una realtà "altra", fatta dalla cultura dominante, che la descrive nel tempo in modi e forme diverse in ragione degli interessi, dell'attenzione, degli usi ai quali si cerca di assoggettare un ambiente ricco di fascino, proprio perché diverso, fitto di mistero, avvolto dai desideri e dalle aspirazioni dell'uomo nella sfida con se stesso e con gli elementi della natura.

La montagna rimane a lungo inaccessibile, inavvicinabile. Tanto da richiedere un duplice rito di legittimazione. Da un lato, andando in montagna si cerca conferma dell'immagine che ci si era fatta, ma nel contempo attraverso il disegno, la descrizione, la fotografia, la ripresa televisiva si cerca di dare conferma della realtà.

"...Ricondotta alla sua apparenza materiale, ridotta alle sue caratteristiche oggettive, la montagna si presenta come un accidente geologico, semplice porzione di litosfera, convessa, irta, screpolata dalle diaclasi e dalle subduzioni. Sproporzionata, caotica, grottesca, la montagna innanzitutto respinge. E lo si capisce: in queste masse informi né lo sguardo né l'immaginazione trovano spontaneamente un punto in cui l'uno possa soffermarsi con piacere e l'altra trovare occupazioni ed occasioni di gioco..."[8].

Il peso della naturalità...

Al di là della statistica che indica per l'Italia una superficie montana che può essere variamente interpretata, è indubbio che l'esistenza di due grandi sistemi montuosi come Alpi ed Appennini abbia condizionato, e pesantemente, le dinamiche socio-economiche della penisola, sia come insieme, che come realtà regionali singole, differenziate per caratteri geologici, morfologia, popolamento, storia ed economia. La percezione della montagna come elemento fortemente dominante la scena dell'azione umana rimane una costante, sia del passato remoto come del passato prossimo. Se, oggi, grazie al miglioramento della rete viaria e dei mezzi di trasporto l'orografia non rappresenta più un ostacolo alle comunicazioni come nel passato, l'immagine di una realtà difficile è rimasta viva nella percezione degli uomini di cultura ancora fino all'inizio del XIX secolo quando Chateaubriand nelle *Mémoires d'oultretombe* scriveva "...queste montagne mi soffocano. Preferisco non sentire la mia fragile esistenza costretta così fortemente fra le loro masse pesanti...".

È altrettanto evidente che la posizione, l'orientamento, l'altimetria e la massa hanno indirizzato diversamente anche la crescita socioeconomica dei due diversi complessi montani: l'Appennino si è proposto più come un'espansione della pianura, ragione per cui il suo sviluppo è rimasto legato non tanto alle potenzialità che poteva esprimere dal punto di vista territoriale, quanto

[8] MAJASTRE J.O., "La traversata delle apparenze", COTRAO, *L'uomo e le Alpi,* Torino, Vivalda, 1992, p. 21

piuttosto ai legami che aveva potuto instaurare con le aree forti della costa e della pianura. Le Alpi, al contrario in ragione della loro asperità e del *peso specifico* legato all'estensione territoriale della loro massa orografica hanno goduto di un isolamento tale per cui hanno potuto e saputo organizzarsi in modo autonomo.

Questa articolazione, durata per molti secoli, si è andata incrinando in ragione di fattori esogeni che, dapprima lentamente, ma via via sempre più massivamente, hanno prodotto mutamenti molto rapidi. L'accresciuta mobilità delle persone e delle merci a livello nazionale ed internazionale ha prodotto la rottura dell'isolamento, il cambiamento dello stile di vita e lo sviluppo turistico ed industriale, da un lato, nonché lo spopolamento ed il degrado ambientale, dall'altro; ha scardinato, inoltre, il modello centro-periferia che a lungo aveva governato la percezione e lo sfruttamento della montagna, almeno fino agli ultimi decenni.

Il rapporto dell'uomo con le emergenze ambientali è variato nel corso del tempo, in ragione dei bisogni, della cultura, delle conoscenze e delle tecniche della società: in una parola, della storia di una comunità e del suo modo di conoscere, percepire, rappresentare ed adattare lo spazio.

L'interesse, o meglio il non interesse, per la montagna può essere dedotto dalla rappresentazione cartografica. Nonostante il peso della propria naturalità (e, nel caso particolare dell'Italia, anche della sua estensione), la sua emergenza come elemento topico nella rappresentazione cartografica è piuttosto tarda rispetto al suo popolamento ed alle sue dinamiche interne. Il rilievo, inizialmente, viene proposto grazie a forme fisiche elementarmente raffigurate in forma iconica. La stessa altimetria viene sovente raffigurata senza tener conto delle differenze del suo andamento e della sua articolazione spaziale.

Poiché i modi di rappresentazione cartografica del rilievo sono strettamente legati ai diversi modi di percezione e spiegazione del mondo, propri di ciascuna epoca, ripercorrere la dinamica della percezione/rappresentazione della montagna significa spiegare le trasformazioni che questo ambiente ha subito e che oggi ne rendono difficile, con la definizione, le possibilità di recupero, in una logica di regione geografica dotata di sviluppo equilibrato ed autonomo.

La conoscenza della montagna, ma anche la sua percezione e raffigurazione si differenziano notevolmente a partire dal Rinascimento, ragione per cui si è scelta questa macro partizione per passare dall'immagine sintetica, globale della montagna come regione geografica, cioè come entità in qualche modo distinta, staccata, autonoma dalla *non montagna*, al segno, inteso come progressivo affinamento dell'analisi e del processo cognitivo che ha portato a differenziare la Montagna in montagne, non solo per caratteristiche fisiche, ma anche per modelli di sviluppo perseguiti nell'età moderna, grazie alla forti trasformazioni politiche e socio-economiche che hanno interessato la comunità umana.

... nella percezione e nella rappresentazione della montagna

La montagna, al pari di altre aree geografiche, ha conosciuto durante i secoli momenti di sviluppo alternati a momenti di stagnazione o degrado. Questa alternanza, dovuta prevalentemente a motivi storico-politici é sempre stata strettamente correlata alla percezione dei suoi condizionamenti ambientali.

Nel linguaggio comune la parola montagna si associa alle particolari connotazioni fisiche che hanno, nell'orografia, il carattere predominante e che, in positivo o in negativo, ne hanno accompagnato la percezione durante i secoli.

FIGURA 1

La montagna, oggi così familiare al nostro vissuto, è stata a lungo una regione geografica a sé stante, isolato e marginale. Buona quando offriva acqua (Fig. 1), cibo, risorse; quando diventava luogo sacro, inaccessibile a tutti i non eletti, perché ritenuta il luogo più vicino al cielo, e quindi a Dio, nonché trasposizione metafisica del sacro (Fig. 2), o malvagia,

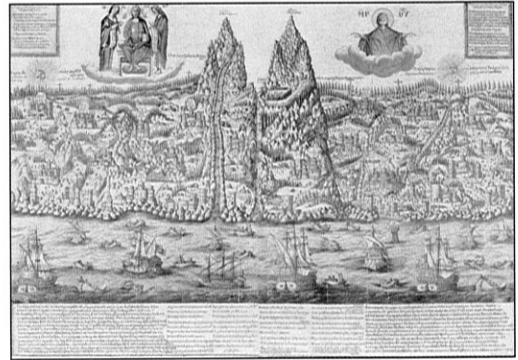



FIGURA 2

quando, con le calamità naturali (eruzioni, valanghe, frane, alluvioni) colpiva uomini, case e colture (Fig. 3), è diventata parte del mondo urbano quando l'uomo ha potuto servirsene per difen-

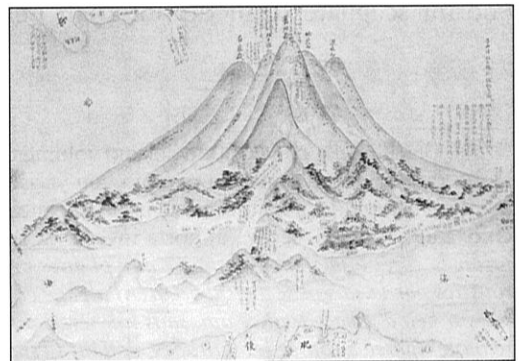



FIGURA 3

dersi o attaccare o per orientare la prua delle navi (Fig. 4).

FIGURA 4

Anche i geografi, pur utilizzandola all'interno dei loro studi per spiegare il mondo e le sue leggi, l'hanno vista in modo molto diverso, talora come "...pietre enormi scagliate dagli dei infernali nel giardino del mondo..." o come parte integrante e necessaria dell'ecosistema terrestre [9].

Di certo quello che della montagna ha maggiormente colpito lo sguardo e la mente umana è stata la maestosità del rilievo che incuteva un senso di impotenza, come già sottolineava, nel IV secolo, Aurelius Victor, scrivendo "...Un muro insuperabile! Una barriera davanti alla quale uno si sente soffocare, schiacciare! Un mondo di Titani pronti ad assalirvi, a ridurvi in polvere...".

Fonte di paura, se non di terrore, ma utile barriera climatica, nonché ostacolo all'avanzata dei popoli ostili, la montagna non è mai stata considerata come un vero e proprio paese, inteso come territorio abitato, coltivato, dotato di organizzazione interna. Per gran parte della sua storia, infatti, l'essere umano quando ha potuto, ha rifuggito la montagna. Egli si è diffuso e differenziato prevalentemente nelle pianure e la montagna è stato uno degli ultimi ambienti colonizzati del pianeta.

Poco ambita, per ragioni climatiche e morfologiche, la montagna è sempre stata un ambiente ostile che tende a respingere chi cerca di violarla. Non perché la

[9] J. Blache nella conclusione del suo volume cerca di immaginare un pianeta senza le montagne: un globo ridotto ad un'immensa pianura con variazioni climatiche solo graduali e legate quasi esclusivamente al variare della latitudine, senza forti contrasti e con steppe, deserti e foreste estesi a perdita d'occhio. La montagna, scrive, apporta invece "*... sur le globe, des élèments de variété, d'exotisme même, mêler la forêt à la steppe, la neige aux plaines brûlantes; verser aux déserts l'eau précieuse; aux plaines roussies par la saison sèche superposer l'alpage et le glacier voilà la vraie bénédiction du relief. Il rassemble sur peu d'espace tout ce qui, sans lui, serait dispersé; il rappelle, pourrait-on dire, une influence polaire ou tempérée à toutes les latitudes; défiant l'espace, la mantagne magique, musée de tous les climats, de tous les arbres, de toutes les herbes, de toutes les formes de l'activité humaine, évoque le monde entier dans un coin des Alpes...*", cfr. BLACHE J., *L'homme ...*, op.cit., p. 173.

montagna sia invivibile e non possa essere avvicinata, ma perché per poterlo fare occorrono regole specifiche e, soprattutto, un'organizzazione che l'uomo ha raggiunto piuttosto tardivamente. La sua colonizzazione, infatti, può essere fatta risalire a circa 10 mila anni fa, e si è rinsaldata sulla base di un sottile equilibrio.

Spinto probabilmente dalla curiosità, ma anche dalla necessità di insediarsi in luoghi sicuri dalle esondazioni periodiche dei fiumi di pianura, dove in fondo l'ambiente non era meno ostile per la presenza di fitte boscaglie, di vegetazione infestante e di pericoli dovuti alla facile accessibilità dei luoghi, l'uomo si è avvicinato alla montagna perché questa consentiva di sfruttare con limitata fatica diverse fasce altimetriche, si prestava bene, cioè, ad un'economia differenziata e al tempo stesso integrata (come dimostra ancor oggi la persistenza del maso chiuso in Alto Adige). Essa offriva, infatti, diverse opportunità: i versanti garantivano sicurezza, e spazi, talora pianeggianti, aperti, privi di vegetazione, ben soleggiati; ghiacciai e nevai fornivano acqua in abbondanza e con continuità; spesso si potevano reperire pietre utili e minerali da sfruttare; ricca era pure la disponibilità di legname resinoso, e per questo resistente e duraturo, da poter essere utilizzato nelle costruzioni con facilità e sicurezza; la limpidezza del cielo garantiva l'orientamento e la scansione del tempo e delle stagioni, al pari del nutrimento dei miti. Ma la montagna assieme alle forti difficoltà, imponeva le sue regole: le stagioni rigide, l'instabilità dei versanti, la variabilità delle condizioni atmosferiche e della portata dei torrenti richiedevano conoscenza e rispetto. Non farlo significava pagare un tributo in danni e in vite umane. Per questo l'uomo ha imparato a convivere con quell'ambiente, solo apparentemente ostile: bastavano un po' di attenzione e di adattamento per realizzare una proficua interazione, alla cui base stava la regola che in montagna non si doveva sprecare, ma razionalizzare, riutilizzare, economizzare. Si trattava di un rapporto fondato sull'ecologia della precarietà: tutte azioni che oggi sembrano appartenere ad un altro mondo, ma che suscitano ancora un profondo rispetto, se non nostalgia e ammirazione, per quel senso di solidarietà cooperativa[10], di rispetto ed altruismo che trovavano pieno compimento nel senso del sacro, ma forme espressive anche nel *bello* in senso assoluto, che in montagna non è dato dal lusso e dall'ostentazione, ma dalla semplicità, dalla funzionalità di certe soluzioni che a distanza di secoli restano ancora valide ed attuali.

La ricchezza della selvaggina e del paesaggio aperto e sicuro a ridosso dei versanti lungo i fondovalle ha consentito la penetrazione all'interno della montagna, anche se il popolamento è rimasto a lungo sporadico e ben localizzato. Assai

[10] Il senso della solidarietà si riscopre e si manifesta anche oggi, quando camminando lungo un sentiero si è salutati da chi si incontra: è un modo di allacciare un rapporto che potrebbe diventare prezioso in caso di necessità o di pericolo, assai frequente in montagna.

verosimile è pure il fatto che l'insicurezza del fondovalle, coperto di boschi e spesso palustre, sia stata la necessità o l'occasione per indurre all'attraversamento dello spartiacque e dei crinali minori per transitare da un versante all'altro.

L'allargamento dell'orizzonte cognitivo, il desiderio di esplorare altre realtà ha portato a scoprire risorse che sono state progressivamente commercializzate. L'economia mista di caccia e agricoltura ha consentito all'uomo di adattarsi bene alle condizioni climatico-morfologiche della montagna, come testimonia Oetzli, ma essa rimase pur sempre marginale e periferica, tanto che fino al '500 viene considerata più come regione di passaggio, magari da rifuggire quanto prima, data la pericolosità del transito nel fondovalle, che come regione popolata da comunità di residenti[11].

Già i Greci avevano interpretato la montagna in modo particolare. La ridotta pressione demografica e le difficoltà di accesso e transito li avevano proiettati verso il mare favorendo gli insediamenti lungo costa. E la montagna, guardata con rispetto, se non con repulsione, era stata idealizzata al punto che sulla cima più alta, sovente invisibile per la presenza di nubi, avevano collocato la dimora degli dei. Ma si può dire che l'orofobia, il disprezzo o il rifiuto della montagna fossero sentimenti comuni a molti popoli dell'antichità. Anche i Romani, infatti, furono risolutamente orofobi, probabilmente in ragione della tattica militare che tendeva a privilegiare lo scontro aperto al rischio di imboscate, ragione per cui giudicavano la montagna area da rifuggire o, al più, da sfruttare[12]. La sensazione di paura creava diffidenza verso le popolazioni montanare, definite barbare, ed induceva a smantellare qualsiasi insediamento fortificato esse avessero costruito sulle alture.

Il loro interesse per la montagna era molto marginale, tanto da esaurirsi nei grandi assi viari, con conseguente articolazione di itinerari e stazioni di sosta, che consentivano il transito da una valle all'altra o di superare la catena montuosa. Le stesse Alpi, facilmente transitabili, interessavano come luogo di passaggio in grado di permettere le comunicazioni tra la capitale e le province dell'Europa centro atlantica. Lo testimoniano le strade e i commerci istituiti ben prima della conquista della Gallia.

La percezione della Montagna e del suo limite esterno era fondamentale, ed implicita alla ricerca della minor distanza da coprire per raggiungere una meta prefissata. Come sostiene Guichonnet[13] la loro geopolitica e la loro strategia spaziale anticipano in qualche misura le attitudini dell'era industriale, la quale cerca di *cancellare* l'ostacolo espresso dalle

[11] Oggi il 12% della popolazione mondiale vive in montagna; ed è assai probabile che prima dello spopolamento verso la pianura e la città, la sua percentuale sia stata notevolmente più elevata.

[12] La montagna, sfruttata per le risorse minerarie e forestali, era considerata un valido ostacolo alle invasioni barbare.

[13] GUICHONNET P., "Presentazione", CERUTTI A.V., *Cartographie et frontières des alpes accidentales du II siècle au XX siècle,* Aosta, Musumeci, 1988, p. 7.

montagne, superando la rugosità e l'asperità del suo rilievo con i trafori ferroviari, i tunnel e i viadotti autostradali, in modo da unire nel tempo più breve i due versanti, possibilmente *scavalcandola*. Se si escludono i corridoi privilegiati dei fondovalle glaciali, che di fatto costituivano anche la rete delle relazioni e dell'organizzazione territoriale, gli spazi della montagna erano ancora percepiti come luoghi indifferenziati.

Basta osservare anche solo superficialmente qualche particolare della *Tabula Peutingeriana* per notare come il cartografo abbia inteso presentare il rilievo e le aree montane in modo ripetitivo, del tutto convenzionale. Tutti i monti sono rappresentati iconicamente allo stesso modo, mediante piccole gibbosità, quasi tutte uguali per forma e dimensione, utili più a rappresentare lo sviluppo della catena, la cui base è resa mediante una linea continua pressoché retta, che le sue caratteristiche.

Nonostante dei gruppi montuosi sia evidenziato il solo versante meridionale, dando una visione di tipo pseudoprospettico in ottica Urbanocentrica, non vi è alcuna ricerca nell'evidenziare il reale aspetto e la consistenza della massa orografica; tra vetta e vetta manca qualsiasi differenziazione e la raffigurazione è priva di particolari caratterizzanti. "...Le uniche varianti sono costituite da una frastagliatura più o meno accentuata e mossa, che le vette di alcuni sistemi presentano rispetto ad altre, più tondeggianti; ma anche questi particolari non hanno alcun rapporto con la realtà orografica e si possono attribuire esclusivamente all'intenzione di variare la monotonia del disegno..."[14]. Anche i diversi colori utilizzati (dal marron al giallo e dal rosa al rosso) non sono da mettere in relazione alcuna con possibili caratteri di differenziazione morfologica, ambientale o geolitologica[15].

L'assenza di un qualsiasi intento di caratterizzazione dei singoli gruppi montuosi traspare poi dalla marcata carenza di toponimi. L'indicazione del monte o del sistema avviene in genere tramite il richiamo ad una località o ad un valico[16].

L'anonimia con cui vengono rappresentati altri rilevi (ad esempio la catena dell'Atlante) sottolinea la funzione secondaria e marginale della montagna rispetto alle altre emergenze territoriali, pur essendo elemento necessario per l'inquadramento degli altri *topoi*[17],

[14] BOSIO L., La Tabula Peutingeriana, Rimini, Maggioli, 1983, p. 47.

[15] Vedi BORGATTI F., *La Tabula peutingeriana e l'agro ferrarese,* Ferrara, Università di Ferrara, 1908, p.7. Le differenziazioni nell'uso del colore sono da riferirsi all'intenzione del cartografo di dare rilievo cromatico alla rappresentazione dell'insieme. Peraltro, sulla carta, in alcuni casi si riporta il nome di un particolare monte *(Mons Ciminus, Mons Imeus,* ecc.) senza che questo sia segnato.

[16] Cfr. per le Alpi *"In alpe maritima"," in alpe graia"," in alpe iulia";* in modo analogo per i Pirenei *"In summo Pyreneo"* e *"Promontorium Pyreneum"* e per gli Appennini *"in Alpe pennino"*.

[17] In alcuni casi sembrano essere stati disegnati non per indicare un monte o una catena in particolare, ma, in modo del tutto indicativo, un intero sistema orografico, o la rilevante montuosità di un territorio; talvolta quasi a giustificare la loro presenza con i fiumi che da loro prendono origine.

quanto per l'ubicazione degli itinerari[18].

Il confine politico, inoltre, non correva sulle cime, ma allo sbocco delle valli, nella pianura, come testimonia Plinio quando scrive che la lunghezza della penisola parte "...ab inalpino fine Praetoriae Augustae...", considerando dunque Aosta, città di pianura e non di montagna. È tuttavia anche l'unico indizio di una emergenza ambientale che non viene percepita come *accidente*, frattura od ostacolo. Se il confine delimita l'area montana, è altrettanto vero che la presenza di numerose arterie viarie con indicate le distanze, le possibili stazioni di sosta, i passi e i toponimi, nonché l'idrografia principale presuppone una conoscenza ed una frequentazione diversa da quella che normalmente si è portati a credere; e, soprattutto, il ruolo di integrazione, più che di separazione, che le viene attribuito nella raffigurazione. Da Augusta Praetoria si diramano due direttrici, una *in summo Pennino*, valico del Gran S. Bernardo, e una *in alpe*

FIGURA 5

Graia, valico del Piccolo San Bernardo/Lione (*Lugdunum caput Galliae*), che diventava invece il punto da cui si diramavano le vie della Gallia. La realtà territoriale costituita dalla montagna alpina, che dalla pianura a nord di Aosta si estendeva fino a Lione, era abitata da popolazioni aventi identità territoriale, etnica e culturale propria (Fig. 5).

Dopo la disgregazione dell'impero romano, il dissolvimento delle istituzioni ed il degrado delle strutture di gestione e servizio territoriale spingono la popolazione a rifugiarsi sulle alture per fuggire i rischi delle invasioni, delle esondazioni e dell' insalubrità di molte aree pianeggianti. L'area Appenninica vive un breve periodo di grande splendore, perché, scelta come area di rifugio, si prestava più facilmente delle Alpi alla colonizzazione, pur consentendo identiche possibilità di difesa in caso di attacco. La costruzione di castelli e di centri fortificati su singoli rilievi ebbe, tuttavia, il demerito di isolare gli insediamenti e di favorire un'economia chiusa in relazione alla difficile accessibilità (Fig. 6).

Il popolamento alpino viene favorito invece dall'*optimum climatico* che contraddistingue l'Alto Medioevo. L'innalzamento del limite delle nevi perenni permette una maggior penetrazione nelle valli, la conquista di nuove terre poste a quote superiori e l'insediamento di organismi politici e religiosi a cavaliere della linea spartiacque o sui versanti, in posizione dominante per la difesa ed il controllo del territorio sottoposto. Le

[18] La dicitura *summo Pyreneo* si ritrova anche nell'*Itinerarium Antonini*.

FIGURA 6

concezioni territoriali del periodo, ereditate almeno in qualche misura dal mondo barbaro, si fondano su un mosaico di piccoli dominii gerarchizzati, saldati da territori *cuscinetto* più che da un confine lineare. Gestiti da "sottoposti", questi territori erano comunque in grado di garantire al sovrano o al signore locale la sicurezza del dominio, ma erano scarsamente significativi a piccola scala, poiché *il potere*, spazialmente, non si manifestava in modo contiguo.

Se a ciò si aggiunge il degrado territoriale, conseguente al disfacimento dell'impero romano, che rende, se possibile, ancor più marginale ed isolata la montagna, ben si comprende come la sua rappresentazione fosse rimasta simile a quella proposta dalla Tavola Peutingeriana. Anzi, in ragione dell'insicurezza diffusa che aveva coinvolto i centri ubicati posti lungo le principali direttrici viarie, lungo le quali barbari, vagabondi e briganti potevano esercitare le loro prevaricazioni nei confronti dei viandanti e dei traffici commerciali, la raffigurazione degli assi viari si era fatta più scarna. Destinata soprattutto a pellegrini e mercanti la cartografia si preoccupa di descrivere gli ostacoli ed i pericoli connessi all'attraversamento delle catene montuose, segnalando solo le strade più frequentate e, dunque, più sicure (Fig. 7).

Per queste ragioni, le montagne, in questo periodo, sono prevalentemente interessate da una fitta rete di comunicazioni trasversali interne, che creano una sorta di osmosi tra i diversi territori (tanto che la permeabilità della montagna ri-

FIGURA 7

mane limitata più dalle avversità climatiche che dalla morfologia) e che articolano l'organizzazione territoriale per nodi interni, a due e tre dimensioni, ed in logica centripeta verso i centri maggiori del fondovalle.

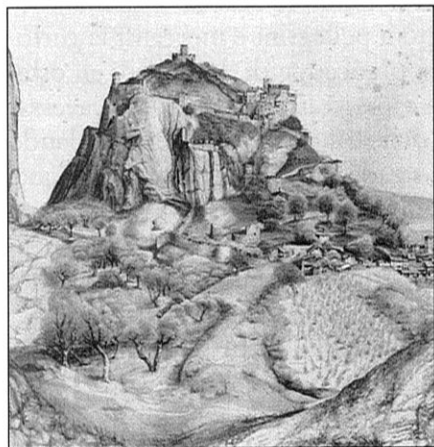



FIGURA 8

FIGURA 9

Di contro, il potere si interessa ai passi ed a quei siti che possono ostacolare, controllare e sbarrare l'accesso al nemico. Tant'è che le "levate" e le raffigurazioni raramente riguardano ampi spazi, e per lo più colgono quasi sempre le emergenze rappresentate da castelli, torri o bastioni d'avvistamento (Figg. 8 e 9).

La destrutturazione della vita sociale e culturale, su base statale, porta ad un doppio effetto: da un lato alla cristallizzazione della regione montana intesa come realtà autonoma distaccata dalla pianura (come testimonia, ad esempio, il trattato tra Franchi e Longobardi del 575 che continua a riproporre il limite territoriale su quello che era stato il *limes* romano della Gallia Cisalpina) e, dall'altro, ad una sua marginalizzazione, poiché i traffici, in ragione di un'autarchia economica più radicale dovuta all'insicurezza delle comunicazioni, si riducono.

È il periodo della profonda crisi della montagna che ne coinvolge anche la rappresentazione in genere. Tutto è visto in ottica religioso-metafisica per cui essa appare stilizzata, negli affreschi (Fig. 10) e nei toponimi, più che nella cartografia dove il classico "mucchio di talpa o pan di zucchero" continua a riassumere tutte le varietà delle montagne, indistintamente.

FIGURA 10

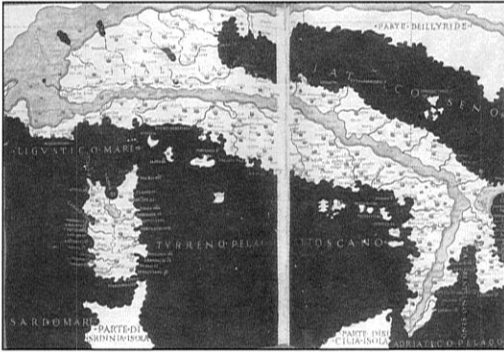



FIGURA 11

Le raffigurazioni medievali della montagna sono abbastanza contrastanti, se non addirittura contraddittorie tra di loro; si fanno molto sommarie, rozze e primitive, subendo quasi una sorta di involuzione, sia perché la cartografia si orienta al mare, via più sicura per i traffici ed i commerci, sia perché la montagna continua ad essere vista come unità territoriale che unisce l'interno, ma separa l'esterno (Fig. 11).

FIGURA 12

La sfida che l'ambiente porta alle comunità che hanno deciso di vivere in montagna riceve spesso risposte omogenee, perché date all'interno di una mentalità comune, che si identifica e che si palesa in forme di solidarietà sociale e religiosa molto strette. I rarissimi riferimenti alla montagna la descrivono in modo sovente allegorico, fantastico. È abitata da streghe, spiriti maligni (Fig. 12) e diavoli, ragione per cui si anima di forti accenti religiosi, espressi da monumenti di devozione (capitelli, crocifissi, cappelle, eremi) che rappresentano spesso luoghi dell'identità popolare, utilizzati come punti di riferimento e di orientamento e che non di rado diventeranno punti trigonometrici nei rilevamenti topografici dei secoli seguenti (Figg. 13 e 14).

Il sentimento di paura e di inquietudine che pervade la popolazione tende a manifestarsi in un profondo senso religioso, che recupera, almeno in parte, la sensazione che la montagna possa ritornare ad essere luogo privilegiato per staccarsi dalle cose terrene ed ascendere alla perfezione, cioè a Dio.

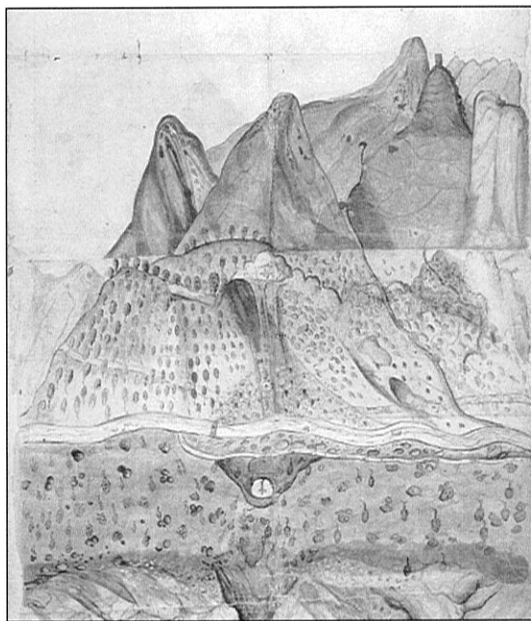
La montagna assume dunque una valenza ed un valore metafisico, ragione per cui, inserita nel contesto culturale del periodo, che vede ogni attività umana proiettata alla ricerca dell'Aldilà, diventa luogo idealizzato, assunto ad elemento attraverso il quale si può ascendere al cielo. Elementi questi ben presenti nella descrizione che Dante fa del Purgatorio ("...La montagna, bruna per la distanza, e parvemi alta tanto/Quanto veduta non avea alcuna...XXV Inferno"), mediante la quale

FIGURA 13

FIGURA 14

non indica solamente la formidabile maestosità del rilievo, quanto piuttosto il difficile cammino dell'ascesa, fisica e spirituale, necessaria per giungere alla redenzione e a Dio.

Di poco posteriore, la celebre Lettera in cui il Petrarca descrive l'ascesa fatta nell'aprile del 1336 al Mont Ventoux consente di intravedere il passaggio a quella che sarà l'evoluzione percettiva della montagna nel Rinascimento, ormai alle porte.

Le sensazioni, le difficoltà, lo stupore tipicamente umane che ne accompagnano l'ascesa, segnano la transizione tra la montagna metafisica, regno della fede ragionata e la montagna reale, vissuta, sperimentata, sofferta.

La montagna, per certi aspetti rimane ancora fortemente legata al mito, anche se letto ed interpretato in chiave religioso-cristiana, come mostra la rappresentazione di nella tavola dell'Atlante catalano del 1375 (Fig. 15).

Il mito, il racconto, "...il testo letterario, reticolo di complessi sistemi simbolici..." riflettono il bisogno umano di compensare in qualche modo la potenza dell'ambiente, il mancato controllo topografico, "...liberando una forza nuova e creativa, creando una sorta di paesaggio interiore, *inscape*, in rapporto dialettico con il paesaggio esterno, *landscape...*"[19].

Un paesaggio, questo, che con i Comuni, nell'Italia medievale assume sem-

[19] GORRIS R., "Letteratura e montagna", in AA.VV., *Montagne...*, op. cit., p. 298.

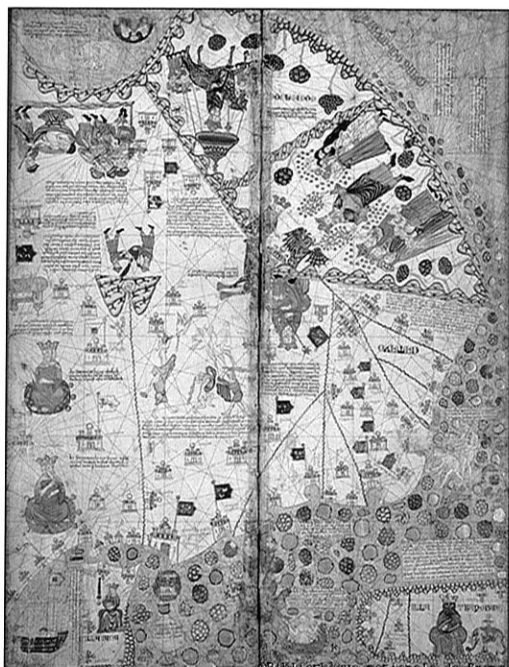



FIGURA 15

pre più connotati terreni, in aperta proiezione verso quei cambiamenti che contraddistingueranno il Rinascimento e che sono già evidenti nel Buon Governo del Lorenzetti (Fig. 16)

FIGURA 16

La raffigurazione della montagna nel Rinascimento

Nel Rinascimento la cartografia della montagna comincia a modificarsi profondamente per l'instaurarsi di un maggiore interesse per le cose terrene, nonché per i progressi tecnico-scientifici che maturano nel mondo dell'arte, con l'introduzione della prospettiva nel disegno e nell'architettura. Non estranea a questi cambiamenti risulta l'affermazione di una nuova idea di territorialità che partendo dalla città Stato su base spaziale, si avvicina progressivamente alla concezione dello Stato moderno su base nazionale, che deve governare un territorio vasto, ma soprattutto contiguo ad altri territori appartenenti a Stati antagonisti, tutelando nel contempo benessere e sicurezza dei suoi abitanti.

Il trasferimento degli interessi commerciali dal Mare Nostrum all'Oceano produsse a livello italiano un effetto implosivo, tale per cui da una visione centrifuga del mondo, progressivamente, si passò ad una centripeta, e dal Mediterraneo alla Terraferma.

I territori montani cominciarono a vivere una fase di crescita demografica, accompagnata da condizioni economiche favorevoli, date dall'afflusso di nuovi prodotti, dagli investimenti immobiliari e dall'innovazione tecnico-culturale, nonché dallo sviluppo urbano, dai nuovi traffici e dagli scambi tra realtà economiche differenziate.

La riscoperta dei classici ed in particolar modo della Geografia di Tolomeo, nonché l'introduzione della stampa e delle armi da fuoco portano ad un rin-

novato interesse per la cartografia e gradualmente alla riappropriazione dello spazio di terraferma, con tutto quello che un trasferimento di ottica percettiva dello spazio comporta a livello di programmazione e gestione territoriale.

L'organizzazione dello spazio, attraverso l'istituzione di magistrature con specifiche competenze, non può avvenire senza un disegno, un progetto; ed ecco che, allora, la carta che riproduce l'immagine dello spazio in cui si esplica l'azione umana, diventa uno strumento essenziale per poter operare. La necessità di controllare il territorio sottomesso induce i governi a raffigurazioni topografiche delle aree in cui dovevano essere attuati interventi. Le rappresentazioni corografiche, invece, partite con l'intento celebrativo (si pensi ad esempio alle pitture sulle pareti nella Galleria delle carte vaticane eseguite dal Danti o alla cartografia del Territorio della Serenissima commissionato al Sorte per essere esposto nella Sala del Maggior Consiglio), diventano rapidamente elemento amministrativo-strategico, poiché la cartografia si avvia ad essere sempre più oggettiva, pre-scientifica.

Le carte corografiche, eseguite per finalità meramente politica o/e commerciale, possono essere comunque considerate carte a grande scala perché, per il dettaglio utilizzato e gli elementi rappresentati, mettono in luce, eminentemente, quegli aspetti che possono avere valenza strategica, come le posizioni di controllo dei passi per ragioni fiscali o sanitarie e gli ostacoli posti dai luoghi fortificati e dalle montagne ai traffici o ai movimenti di truppe. Nonostante le montagne

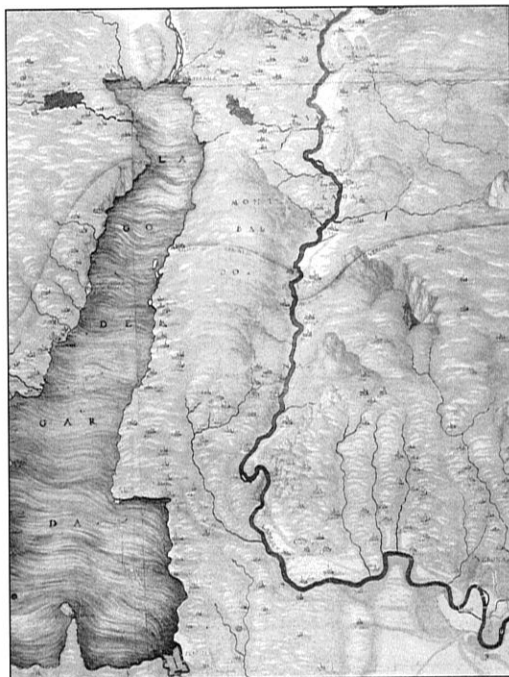



FIGURA 17

fossero ancora rappresentate come "denti di sega", ragione per cui le carte più che le caratteristiche intrinseche della montagna dal punto di vista dell'altimetria, della morfologia, e del rilievo in sé, mettevano in evidenza la posizione degli elementi rispetto al rilievo, in molti casi la lettura della rappresentazione diventava fondamentale per la strategia e la tattica militare, oltre che per il governo del territorio, determinando quelle finalità e valenze prettamente geopolitiche che finiscono coll'imporre la loro secretazione, per non svelare quello che occhi indiscreti non dovevano sapere (Fig. 17).

Le carte disegnate o incise nel corso del XVI o XVII secolo non sono ancora a carattere scientifico. Le prime osservazioni, e di conseguenza i primi tentativi

di attuare la trasposizione della conoscenza, dal terreno alla carta, avvengono attraverso l'immagine, grazie ai pittori cartografi che operano nelle magistrature pubbliche. Utilizzando il colore nelle diverse tonalità, a seconda dell'altimetria, e modificando il disegno, a seconda della morfologia, riescono ad ottenere risultati degni di nota, ma niente più. La collocazione dei vari elementi topografici, come pure la loro raffigurazione sulla carta, dipende ancora strettamente dall'abilità e dalla tecnica del cartografo. Non a caso le migliori rappresentazioni del tempo sono date da cartografi con alle spalle esperienza pittorica, come Dürer, Leonardo o Sorte. Sono gli artisti che, attenti ad osservare la realtà e a rappresentarla in modo oggettivo, si sforzano di utilizzare la prospettiva e la proiezione verticale od obliqua, a seconda delle necessità, per raffigurare lo spazio in modo tale che esso sia facilmente identificabile attraverso il riconoscimento di dettagli identificativi (Fig. 18).

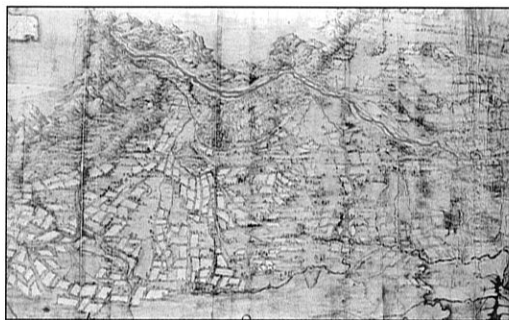



FIGURA 18

Appare comunque significativo constatare come, nella transizione tra Medio Evo e Rinascimento, la percezione/rappresentazione della montagna, pur avvicinandosi alla concretezza del mondo terreno, manifesti ancora una sorta di legame con il mondo medievale nella *permanenza del divino*[20]: il *naturale* rimane, ma come "costruzione divina", letta e filtrata dall'ottica umana. Così la montagna, mentre nella rappresentazione pittorica o cartografica tende in qualche misura a differenziarsi in una varietà di forme, nella logica di raffigurare le diversità orografiche e morfologiche, proponendo nelle stesse la rappresentazione come torri, archi, guglie, manifesta le forme architettoniche operate dalla mano divina (Fig. 19). E come un edificio (della Creazione), che si deve raffigurare in pianta ed in altezza, viene proposta dai cartografi che continuano ad utilizzare assieme la proiezione in verticale ed in prospettiva. Il connubio di due "tecniche" diverse permette di raggiungere un duplice obiettivo: la possibilità di "organizzare la visione dello spazio", seguendo le vie di fuga, da un lato; dall'altro, l'integrazione con la visione zenitale, ne permette anche "l'organizzazione puntuale", mediante il posizionamento degli elementi antropici che concorrono a configurare un particolare territorio (Fig. 20).

La raffigurazione della montagna a piccola scala è, invece, soprattutto

[20] NARDY J.P., "Cartographies de la montagne, de l'édifice divin au bas-relief terrestre", AA.VV., *Images de la montagne. De l'artiste cartographe à l'ordinateur,* Paris, Bibliotèque nationale, 1984, p. 77.

FIGURA 19

una *rappresentazione sentita*, in quanto fatta da *geografi o cartografi da tavolino*, più che da geografi operativi sul campo. Per questo la raffigurazione può essere resa tanto con i classici mucchi di talpa, quanto con cime più o meno aguzze, ma senza alcuna differenziazione all'interno della medesima carta. Al più, qualche differenziazione, anche se molto embrionale nella sua articolazione, talora vede i cocuzzoli accompagnarsi ad un'ombreggiatura sul lato destro dell'osservatore, nel tentativo di dare profondità alla raffigurazione; puntando comunque sempre sull'estensione dell'area, piuttosto che sulle differenze delle montagne (Fig. 21).

La montagna tende quindi a non dischiudersi alla rappresentazione dei suoi segreti. La carenza di informazioni e la sua scarsa conoscenza non permettono di distinguerne minimamente le differenti articolazioni tra montagna intermedia e alta montagna, tra aree boschive, pascoli dell'alpeggio e aree coperte da ghiacci perenni; e nemmeno

FIGURA 20

FIGURA 21

tra la viabilità[21]. Anzi, la stessa toponomastica è pressoché assente; solo le valli e i passi riportano qualche indicazione relativa a valichi posti anche a quote molto elevate (Fig. 22) grazie alle favorevoli condizioni climatiche che incentivano traffici commerciali intervallivi e transalpini particolarmente fiorenti. Il resto rimane bianco o viene riempito di forme stereotipate, talora genericamente indicate con il toponimo "ghiacci".

Nonostante gli Appennini presentassero un'altitudine media assai inferiore all'arco alpino, quindi caratteri climatico-ambientali decisamente più favorevoli quanto meno per l'accessibilità dai differenti versanti – pur essendo attraversati di continuo da generazioni di pastori per la transumanza e dai cacciatori al di fuori dei loro spazi vitali – rimasero esclusi ed emarginati dalla cultura *altra*, al punto che, a parte alcuni cenni nell'antichità classica e a qualche raffigurazione pittorica, bisogna arrivare al Rinascimento per trovare qualche indicazione di carattere letterario che soffermi la propria attenzione sulle principali vette, come fa Giovanni Pontano nel *Meteeorum liber* del 1513, Tommaso Costo nei *Nomi delle provincie, città, terre e castelli...del Regno di Napoli* del 1563 e nella *Carta dell'Abruzzo e Terra di lavoro* di Mercatore, dove il Gran Sasso viene indicato col nome di *Fiscellus Mons*, de-

FIGURA 22

scritto nelle parti sommitali dall'ingegnere militare Francesco De Marchi, nel 1573, a corredo di una *Carta del Monte Corno,* e di venti paragrafi nel *Della architettura militare* del 1575.

La maggior attenzione posta alla raffigurazione della montagna per ragioni prettamente funzionali di carattere politico-gestionale segna, assieme alle prime scoperte sulla flora, fauna e minerali, pressoché sconosciuti fino ad allora, un deciso cambiamento di rotta nella lettura ed interpretazione del rilievo. Anche se ancora limitata a pochi eletti, la montagna si avvia a diventare luogo di studio per eccellenza, rendendo nel corso del '600 ancor più stridente, se possibile, il contrasto tra una cultura generalizzata,

[21] Nelle relazioni degli ingegneri geografi francesi che per primi hanno espresso una grande capacità raffigurativa della montagna, hanno avuto non poche difficoltà anche nell'uso della toponomastica per identificare la viabilità, come dimostrano le circonlocuzioni talora utilizzate nelle *Mémoires* per distinguere tra sentiero, viottolo, mulattiera, strada carreggiabile e carrozzabile; distinzione peraltro fondamentale per il movimento delle truppe e dei pezzi d'artiglieria.

che continua a percepirla come area marginale, e naturalisti e botanici che l'avvicinavano singolarmente.

Nella prima metà del XVII secolo, il perfezionamento della tecnica cartografica, tanto nel rilevamento quanto nel disegno e nella rappresentazione del territorio, non manifesta un analogo sviluppo nella raffigurazione della montagna. Anzi, paradossalmente, si può dire che per gran parte del secolo la cartografia soffra di una sorta di involuzione.

Il cambiamento climatico, che nella seconda metà del secolo colpisce l'arco alpino, riduce drasticamente l'area dell'ecumene montana, bloccando in larga misura i traffici attraverso i crinali. La montagna diventa dunque una barriera, attraversata da passaggi obbligati, che consentono il controllo degli accessi alla pianura. Conflitti, ma soprattutto epidemie, inducono a creare una sorta di cordone sanitario che isola le popolazioni insediate in quota e che riduce drasticamente le possibilità di movimento tra paesi diversi per timore di contagio. Controllare i passi vallivi e le direttrici d'accesso al territorio di pertinenza significa tutelare la sicurezza degli abitanti, l'integrità dello Stato ed il potere oligarchico del re e dei nobili. E mentre l'alta montagna sta assumendo sempre più l'aspetto di una regione inospitale ed orrida, come la descrivono le fonti dell'epoca, l'idea di utilizzare il rilievo come limite naturale e politico, cioè come confine, gradualmente comincia a farsi strada, pur rimanendo quest'ultimo ancora lontano, come posizionamento, dalla linea spartiacque (Fig. 23).

La nomea di regione inospitale, abitata da montanari aggressivi, tende a ridurne la frequentazione, che si ripercuote anche sull'immagine espressa cartograficamente.

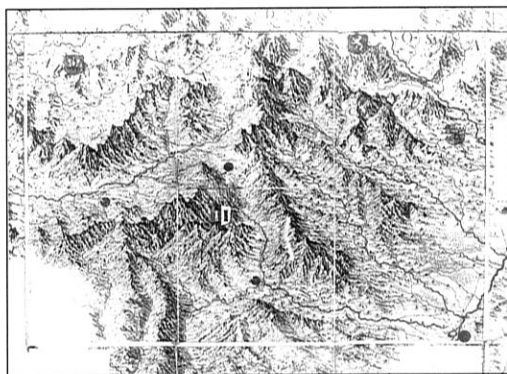



FIGURA 23

Da un lato, una parte dei cartografi lavora solo su informazioni acquisite indirettamente (magari tramite riproduzione di opere esistenti), ragione per cui le carte, sovente, risultano più imprecise di quelle del secolo precedente, come dimostra la frequente errata collocazione dei toponimi lungo gli itinerari alpini; dall'altro, l'inizio di quella che può essere definita la fase della cartografia moderna su basi scientifiche porta alcuni cartografi ad eliminare tutti gli elementi non avvalorati da verifica diretta in loco, per cui ampi spazi, prima occupati da cartigli di riempimento, vengono lasciati bianchi o vengono riempiti dagli stereotipati mucchi di talpa, tesi ad indicare indirettamente l'orientamento delle valli e la funzione di fiumi e limiti amministrativi.

Con l'affermazione delle grandi monarchie autoritarie e centralizzate, nonché con la conseguente rideterminazione degli usi e contrazione dei particolarismi

dei montanari a scala locale si attua il passaggio da territori frammentati ad uno spazio politico omogeneo, esplicitato con il Trattato di pace dei Pirenei tra Francia e Spagna (1659): con esso, per la prima volta, appare sulla scena diplomatica la teoria geopolitica dei versanti, che assegna alla linea di cresta la funzione di limite confinario tra due entità politiche.

L'interesse geopolitico della montagna porta, nella seconda metà del secolo, ad un affinamento dei processi di rappresentazione cartografica dei rilievi mediante l'utilizzo del tratto, rafforzato dallo sfumo o dall'uso di tonalità di colore, diverse a seconda della pendenza dei versanti, nonché ad una nuova concettualizzazione dei sistemi utilizzati per raffigurare la montagna.

Si tratta in entrambi i casi di innovazioni introdotte dagli ingegneri topografi militari. La montagna, che pure continua ad essere interpretata come un'opera di matrice divina, può vedersi modificare un sito naturale grazie a strutture architettoniche di matrice umana. Si fa strada una nuova concezione, che considera la posizione fortificata come una sorta di scultura; un modello concretizzato sulla base di un'idea che seleziona (analisi) e raggruppa (sintesi) gli elementi del "reale" (geografia) e del "rappresentativo" (cartografia). Quando nel 1668 Luigi XIV decide di far realizzare i plastici delle città fortificate francesi mette in pratica questi principi: attraverso la modellizzazione riesce ad avere, oltre che la raffigurazione dello spazio, la rappresentazione, reale o ipotetica,dei suoi elementi, nelle tre dimensioni. In questo modo, nonostante molte carte continuino a proporre la visione prospettica si fa via via strada la funzionalità della visione zenitale che troverà definitiva consacrazione con la carta del Cassini.

La scoperta della montagna

Il XVIII secolo segna una svolta nei rapporti tra società e montagna, considerata da Engel un'aberrazione della natura tale da ferire "...il desiderio d'ordine, di equilibrio, e la ragione stessa..". Durante l'Illuminismo la montagna diventa il centro dell'attenzione e delle ricerche degli scienziati e degli uomini di cultura, in quanto rappresenta l'espressione massima dell'esaltazione della natura e delle sue forze. Ma nello stesso tempo, come dice Mornet, "...la rivelazione della montagna chiude la rivelazione della natura...". Nel corso del '700, infatti, la montagna diventa oggetto di vere e proprie esplorazioni. Fino alla metà del secolo essa rappresentava un mondo in gran parte incontaminato e sconosciuto alla maggior parte della società civile, restava l'ultima delle *Terra incognitae*.

Un punto di svolta nella conoscenza, percezione e rappresentazione della montagna, nonostante la difficoltà d'accesso ne limitasse ancora, e fortemente, la conoscenza, arriva a metà secolo con la pubblicazione da parte di Philippe Buache dell'*Essai de Géographie Physique* (1752), completato cinque anni più tardi dalle *Cartes et tables de la géographie physique ou naturelle*, che rappresenta una sorta di pietra miliare nel processo della conoscenza della montagna, poiché

apre allo studio della geologia e delle sue manifestazioni, come nel caso dei basalti colonnari (Fig. 24)

Solo qualche anno prima, nel 1741, due inglesi R. Pocock e W. Windham erano arrivati ad esplorare e a descivere la Mer de glace. Ma la rappresentazione delle Alpi rimaneva ancora avvolta nell'indeterminatezza, sia per modelli culturali, sia perché poco interessante ai fini gestionali del territorio. Ancora per lungo tempo essa venne raffigurata come stereotipo, senza indicare la varietà delle situazioni economiche, paesaggistiche o culturali. Per non parlare poi della raffigurazione dei ghiacciai alpini. La loro massa venne sistematicamente ingigantita o deliberatamente elusa, non tanto per incapacità tecnica al rilevamento, quanto piuttosto per ignoranza e disinteresse[22]. Cocuzzoli omogenei (i classici mucchi di talpa), in luogo di raffigurazioni differenziate per morfologia ed altitudine, come avrebbero richiesto, ad esempio, montagna e collina od Alpi e Prealpi, continuarono a costituire la costante rappresentativa della montagna, al punto che la stessa toponomastica risultava approssimativa non solo nell'indicare le singole vette (ad esempio il Monte Bianco sembra essere identificato da toponimi che variano da Monte Maledetto a Rupes Alba, passando per Mont Maly, Mont Malet, Mont Maudit), ma anche la catena nel suo complesso, identificata da un generico "Glacier".

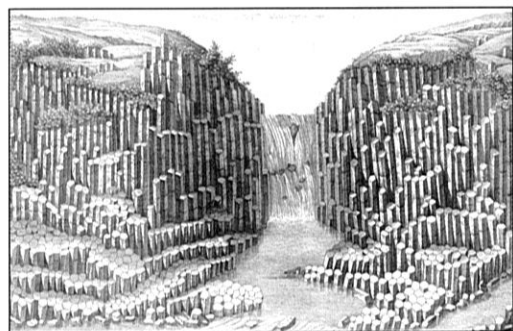



FIGURA 24

[22] Cfr. TOMASI G., "L'evoluzione del pensiero naturalistico e protezionistico nel Trentino", *Atti Convegno La città e la montagna. Le relazioni oggi fra un'area di natura come il Monte Baldo e la società metropolitana,* Ed. Il fiore del Baldo, 1990, p. 48, "... i ghiacciai alpini, che non erano considerati nelle produzioni anteriori al secolo decimosettimo, denuncia lo spirito totalmente diverso, ma altrettanto sbigottito, con cui vari Autori hanno raffigurato un territorio alpino inesplorabile, ignoto e perciò terrorizzante: quello delle Alpi Venoste, accogliente in centro un complesso e grande ghiacciaio. L'Ygl lo raffigura nel 1605 come una immane massa glaciale, talmente sproporzionata in paragone alle montagne circostanti, tutte di rispettabile volumetria. Burgklechner nella sua carta del 1611 non riesce nel suo impeto figurativo a presentare graficamente la zona e lascia percjò al suo posto una curiosa finestra rinunciataria che appare come un rettangolo candidamente bianco. Sanson, nel 1654, denuncia la sua forzata non conoscenza del territorio, che decora riempitivamente con una manciata di indifferenti conetti montuosi. Il Blaeu, certamente sotto l'influenza di altri descrittori, nella sua prima carta del Tirolo del 1662, esagera l'isolamento del settore montuoso, creandogli attorno una massiccia barriera rocciosa circolare, all'interno della quale riposa un indefinito "Ferner (ghiacciaio) et Lacus glaciatus". la mancata redenzione liberatoria dal terrore per i ghiacciai che ha afflitto gran parte dei precedenti cartografi continua a manifestarsi anche nell'*Atlas tyrolensis* di Anch e Hueber del 1774, dove riappare una timida dizione (che non é toponimo né indicazione) posta alla base del ghiacciaio di Solda, sotto la cima dell'Ortles: "*Im End der Welt* (alla fine del mondo)".

Gli studi botanici del Tournefort, svolti a fine secolo XVII (dal 1681 al 1688), ma soprattutto la spedizione geodesica, condotta dal Cassini de Thury nel 1739, sui Pirenei, nonché le campagne mineralogiche tese ad indagare i processi di formazione e la composizione delle rocce delle montagne, permettono di scoprirne le caratteristiche geofisiche e la costituzione litologica, rivelando al pubblico colto le scoperte conseguite. La divulgazione dei risultati scientifici ottenuti, resa mediante il resoconto della spedizione, diventa l'occasione per alimentare i primi flussi di viaggiatori, che partono alla scoperta della montagna, dei suoi orridi, delle sue incontaminate bellezze. Nonostante i vecchi pregiudizi restino ancora in gran parte vivi, specie per quanto riguarda la montagna nel suo complesso, sul finire del secolo XVIII l'atteggiamento cambia grazie all'opera di De Saussure per le Alpi e di Ramond de Carbonniéres per i Pirenei, poiché con le loro descrizioni riescono a coinvolgere emotivamente lettori ed appassionati.

La pubblicazione dei *Voyages dans les Alpes* (tra il 1778 ed il 1790) del De Saussure suscita, con il racconto della sua ascesa alla vetta, un rinnovato interesse per la regione alpina, che diviene rapidamente meta di viaggi, soggiorni, ricerche[23]. L'impresa del professore ginevrino di scienze naturali era stata animata da un forte interesse scientifico, come dimostra il fatto che egli avesse portato con sé strumenti innovativi o addirittura realizzati da lui stesso (elettrometro, idrometro e magnetometro) con l'intento di effettuare esperimenti ed osservazioni mirate. La montagna per lui costituiva il laboratorio più vasto e completo ove poter trovare "...materia d'ammirazione e di studio..."[24]. Emblematica, ma straordinariamente efficace è la sua descrizione, oltre che dell'ambiente fisico, della gente che vive in montagna: uomini rudi, ma abbastanza civilizzati da non essere feroci e abbastanza naturali da non essere corrotti; dove non esistono padroni, né ricchi, né frequenti visite di forestieri; vedendo solo loro eguali dimenticano che esistono uomini più potenti; la loro anima si nobilita e si eleva; i servigi che essi prestano, l'ospitalità che essi esercitano non hanno nulla di servile né di venale. Ne scaturisce una sorta di oasi felice dove le conflittualità, se esi-

---

[23] Ma anche soggetto di opere letterarie come il poema *Die Alpen* di Albert de Haller e soprattutto con la *Nouvelle Heloïse* (secondo Beraldi può essere definita quasi una sorta di Dichiarazione dei diritti della montagna) di J.J. Rousseau, il quale descrive in modo entusiastico la montagna intermedia, estremamente varia nelle forme del paesaggio che l'uomo, assecondando la natura, ha saputo adattare ai propri bisogni vitali.

[24] Cfr. DE SAUSSURE H.B., *Voyages dans les Alpes,* Fauche-Borel, Neuchâtel-Géneve, 1796, p. IV, "...Potei allora godere della grandiosa visione che si apriva dinanzi ai nostri occhi [...] quello che venivo scoprendo e quello che poi potei vedere nella massima chiarezza era l'insieme di tutte quelle alte cime, delle quali da tanto tempo sognavo di conoscere l'organizzazione. Non potevo quasi credere ai miei occhi. Mi pareva fosse un sogno, quando scorgevo più basse dei miei piedi quelle vette maestose [...] Ne vedevo, ne afferravo i rapporti, il collegamento, la struttura e un solo sguardo bastava a togliere dei dubbi che lunghi anni di studio e di lavoro non erano stati sufficienti ad illuminare...".

stono, sono presenti nella sfida con gli elementi naturali, ma non tra simili[25].

Di pari passo alla conoscenza della frastagliata morfologia e dei ghiacciai si diffonde la percezione della montagna come area inospitale (non solo come paesaggio, ma anche per la presenza di persone attente e diffidenti nei confronti dei forestieri), difficile da superare, rafforzando in tal modo l'idea di poter sfruttare il peso della sua naturalità, come elemento di separazione tra Stati confinanti. E, progressivamente, la montagna diventa luogo di confine (Fig. 25), pregno di interesse geopolitico, da gestire in ottica strategica.

Non a caso nel corso dello stesso secolo, gli Stati che hanno sovrapposto il confine politico alla montagna, si dotano di Uffici topografici, in cui addetti specializzati nel rilevamento, oltre che nell'arte militare, quali gli ingegneri topografi piemontesi o gli ingegneri geografi francesi, riescono ad esplicare la loro attività di ricognizione per la determinazione dei confini di Stato o per ipotizzare azioni di tattica bellica.

La montagna, con la valenza politica, assume una nuova importanza: rafforzare il peso della naturalità fisica del territorio montano diventa una sorta di priorità operativa, ragione per cui alle attività di rilevamento geotopografico, si accompagnano studi ed ipotesi operative sullo sfruttamento degli ostacoli naturali e sulla dislocazione di quelli artificiali in modo da difendere l'accessibilità e controllare lo spazio in ottica militare[26].

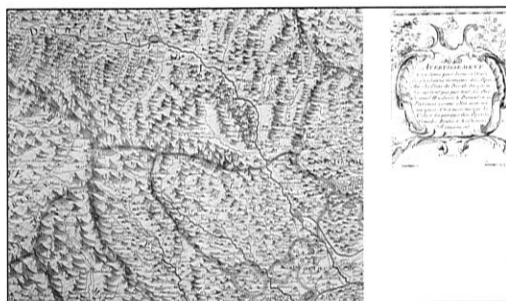



FIGURA 25

[25] Cfr. DE SAUSSURE H.B., *Voyages dans les Alpes,* Fauche-Borel, Neuchâtel-Géneve, 1796, pp. VII e VIII, "...Se mai è possibile sperare di rintracciare in qualche parte d'Europa uomini abbastanza civilizzati da non esser feroci, e abbastanza naturali da non esser corrotti, è nelle Alpi che bisogna cercarli, in queste alte valli dove non ci sono padroni, né ricchi, né frequenti visite di forestieri [...] Gli abitanti delle Alpi vedendo solo loro eguali dimenticano che esistono uomini più potenti; la loro anima si nobilita e si eleva; i servigi che essi prestano, l'ospitalità che essi esercitano, non hanno nulla di servile né di venale; in essi si vedono brillare scintille della nobile fierezza che è compagna e custode di ogni virtù. Quante volte giungendo sul far della notte in borgate isolate, del tutto prive di locanda, sono andato a bussare alla porta di una baita; e là dopo qualche domanda sui motivi del mio viaggio sono stato accolto con un'onestà, una cordialità e un disinteresse di cui altrove si farebbe fatica a trovare qualche esempio. Chi crederebbe che in questi luoghi isolati e selvatici io abbia trovato dei pensatori, degli uomini che con la sola forza della ragione naturale si sono elevati molto al di sopra delle superstizioni di cui si abbevera con tanta avidità il popolino della città? ...".

[26] Durante le *reconnaissances* nelle Alpi del 1783 il Cavaliere de Jarjayes nipote del generale de Bourcet, nonché sottotenente dei dragoni, incaricato del rilevamento di un'area strategica di confine con il dominio del re di Sardegna propone la *"...création d'une milice formée des habitants même des montagnes, qui en défendraient les passages d'autant mieux qu'ils les connaitraient parfaitement et qu'ils les gardaient sans se déplacer..."*: è l'idea di arruolare un reparto scelto che diventerà, poi, in Italia, il corpo degli alpini.

La viabilità acquista valore crescente perché consente l'accesso ai versanti per raggiungere posizioni strategiche dominanti, per osservare movimenti nemici e dirigere operazioni belliche. Strade, ma anche sentieri e mulattiere diventano elementi topografici fondamentali, perché permettono alle truppe di muoversi e ai rifornimenti di raggiungere le zone operative, ragione per cui si descrivono itinerari, sovente accompagnati da disegni acquerellati, si scrivono relazioni, si tracciano schizzi.

Numerosi diventano i tentativi di rappresentare la montagna e le sue realtà ambientali. Si procede dunque in molte direzioni, proprio perché ad essere rappresentate devono essere le montagne e non la montagna.

L'imprecisione e le diverse modalità con cui si producono le immagini per raffigurare la montagna e le sue peculiarità diventano troppo onerose in termini di tempo, di leggibilità, di complessità, di numero per rispondere ai bisogni di chi doveva operare in aree non note senza perdersi nella miriade di segni topografici non ancora codificati, utilizzati dai diversi rilevatori per esprimerne tutte le differenziazioni geomorfologiche del rilievo.

L'esigenza conoscitiva della montagna riguarda ancora l'accessibilità ai passi, la transitabilità lungo le strade e i sentieri ragione per cui ogni tipo di informazione scientifica, ma anche storica, culturale, economica può risultare utile alle operazioni militari. La montagna viene rappresentata a piccola scala, con raffigurazioni d'assieme, sintetiche per essere utilizzate sul teatro delle operazioni con rapidità, e con descrizioni integrative assai analitiche, riguardanti tutte le informazioni che avrebbero potuto tornare utili allo Stato Maggiore.

Scontata è l'attività di rilevamento cartografico fatta ex novo dagli Uffici topografici al servizio degli eserciti nazionali (in particolare di quello Francese) o con riedizioni ed aggiornamenti di carte antiche (vedi Borgonio 1772). Se le informazioni crescono, rimane il problema relativo a quelle di carattere militare, come dimostra ad esempio la diatriba scaturita tra il Dépôt de la Guerre francese interessato a secretare le carte prodotte dai geografi militari, e la Società del Cassini interessata a diffondere, vendendole, le carte redatte dai suoi dipendenti, o la "censura", apportata alla riedizione della carta del Borgonio del 1772, dalla quale vengono tolte tutte le informazioni sensibili dal punto di vista militare.

Fino alla rappresentazione della Carta dello Stato Maggiore francese di inizio XIX secolo, chi si avventurava nelle Alpi, nei Pirenei o nella montagna in genere, aveva a disposizione carte di valore molto diverso per precisione, ricchezza di elementi raffigurati, scala utilizzata, finalità, taglio e dimensioni.

Singolare appare tuttavia il fatto che nonostante la triangolazione fosse largamente utilizzata, dopo la spedizione del Cassini, la raffigurazione topografica del rilievo non fosse migliorata affatto. Anzi. nella stessa Carta della Francia del Cassini, che pur rimane un elaborato di alto valore tecnico, la montagna viene espressa più a livello geometrico che topografico, quindi ad un livello inferiore rispetto a carte precedenti. Nel sistema utilizzato,

tratteggio orientato verso la maggior pendenza, ma che non evidenzia né l'altimetria, né il grado di pendenza, né le forme del suolo (per questo le piccole alture non si distinguono dalle grandi vette e le valli secondarie non si riconoscono rispetto alle principali), la montagna assume l'effetto di un bruco o di una frana.

La cartografia militare che fino all'800 si interessava soprattutto ai passi e che rimaneva in buona parte secretata negli archivi topografici dei Ministeri della Guerra fece grandi progressi grazie agli ingegneri topografi dell'esercito francese e all'esperienza tratta dagli studi specialistici fatti nelle scuole che preparavano gli ufficiali del genio per il rilevamento delle fortezze e delle città fortificate.

Napoleone e lo sviluppo della cartografia di montagna

La Rivoluzione francese, ma soprattutto il periodo napoleonico, fu determinante per lo sviluppo della cartografia moderna. La confusione, se non l'anarchia che si era instaurata tra i diversi apparati pubblici che si occupavano di cartografia (ingegneri, geografi e personale tecnico-amministrativo) e che si trovarono a costruire e a gestire un'immensa quantità di materiale cartografico, assai disparato per dimensioni, scala utilizzata, particolari rappresentati e finalità diverse per cui era stato redatto, nonché per la simbologia utilizzata, venne alla ribalta nel momento in cui tutto questo materiale dovette essere utilizzato da una sola persona (nello specifico da Napoleone). I difetti della cartografia "senza regole" apparvero in tutta la loro evidenza, per difficoltà di connessione (analisi sincronica) e comparazione (analisi diacronica), nonché per l'evidente difformità tra i prodotti cartografici reperiti sul mercato in Paesi Terzi o costruiti dai diversi uffici. Dovendo operare militarmente, e quindi con grande rapidità decisionale, diventava improcrastinabile trovare e concordare modalità espressive uniformi da usarsi da quanti elaboravano o costruivano carte per rispondere alle necessità politiche (difesa e controllo dei confini), amministrative (pressione fiscale e governo del territorio), gestionali (assetto e manutenzione di ponti, strade e porti) e militari (campagne belliche), di modo che anche i fruitori occasionali fossero in grado di utilizzare le carte con immediatezza.

Pertanto, al fine di trovare una soluzione ai diversi problemi che si riscontravano nell'uso delle carte, Napoleone impose la costituzione di un'apposita commissione, con l'ordine tassativo di addivenire al più presto ad una grammatica comune per la stesura delle carte ufficiali.

Nel 1802 sotto la direzione del generale Sanson, responsabile del Dépôt de la Guerre, i delegati del Ministero della guerra (Dépôt de la Guerre e Genio), delle Miniere, des Ponts e Chaussèes, delle Foreste, della Marina, delle Colonie e degli altri Enti interessati alla stesura o alla consultazione delle carte per i loro fini istituzionali, si riunirono per risolvere i differenti problemi connessi alla geodesia ed al rilevamento cartografico. Dopo lunghe ed accese discussioni si giunse alla definizione di regole e principi,

sui quali si basa tuttora la struttura della carta topografica moderna.

Le convenzioni si articolarono su diversi punti, concernenti la scala, la rappresentazione morfologica del terreno, la simbologia, la toponomastica e la grafica.

Uno dei problemi più sentiti era indubbiamente quello della scala. A parità di dimensioni la carta poteva avere un maggior o minor dettaglio di raffigurazione a seconda delle diverse misure utilizzate per la riduzione dal *reale*. Un problema di non facile soluzione, specie per la raffigurazione della montagna, dovendosi conciliare una dimensione cartacea di agevole impiego con la necessità di riportare su di essa il maggior numero di informazioni relative ad un areale dall'articolazione complessa e diversificata nelle sue componenti. Per di più, sovente, le misure adottate erano unità di misura d'uso locale che non consentivano nè rapidi raffronti, nè un'agevole comprensione. Alla fine si decise l'abbandono delle vecchie misure e l'adozione del sistema metrico. Con l'accettazione della scala decimale, vale a dire con il denominatore multiplo di dieci si potevano ottenere due risultati: quello di poter approntare velocemente carte a scala diversa (passando dalla grande alla piccola si poteva passare dal particolare al generale, ottenendo visioni d'insieme di vaste aree) e quello di poter predisporre con un'unico rilevamento le informazioni essenziali ai diversi servizi (dalla scala 1:100 a 1: 5.000 per le fortificazioni, gli edifici e piani di riferimento; da 1:10.000 a 1:100.000 per le carte topografiche; da 1:200.000 a 1:500.000 per le carte corografiche; oltre e fino a 20.000.000 per quelle geografiche)[27].

Un altro elemento di vivace contrasto fu quello relativo alla raffigurazione degli elementi del rilievo. Anche in questo caso esistevano problemi di rappresentazione e diversità di interessi. La montagna per molti Uffici non destava particolare attenzione: essendo poco abitata, si riteneva fosse sufficiente indicarla con gli stereotipati "mucchi di talpa". Molte carte d'insieme quindi non riportavano alcuna quota altimetrica e le stesse carte di dettaglio, che talora potevano riportarle, le riferivano ad un livello di comparazione locale, scelto arbitrariamente dal cartografo. Se tutti i convenuti alla fine furono concordi nel ribadire la necessità di inserire su tutte le carte (dalla grande alla piccola scala) il maggior numero di punti quotati possibile, riferendoli ad un piano rappresentato dal livello del medio mare, divergenze rimasero circa la raffigurazione delle forme del terreno. In particolare, la Commisssione, valutando i sistemi utilizzati fino ad allora, concluse che *la prospettiva obliqua*, fosse da abolire definitivamente, in quanto, essendo un artificio a carattere prevalentemente soggettivo[28], diventava

[27] Nella stessa occasione vennero accettate anche alcune deroghe relativamente ai piani parcellari del catasto, che furono portati alla scala 1:2.500 perché il 2.000 fu giudicato troppo grande e il 5.000 troppo piccolo.

[28] La prospettiva obliqua aveva il pregio di dare plasticità al rilievo, ma il limite di consentirlo solo in presenza di alture elevate ed in relazione all'abilità del disegnatore ed alla qualità del segno.

insufficiente dal punto di vista grafico e contenutistico, nonché incompatibile con la proiezione verticale (a carattere eminentemente oggettivo), necessaria nelle rappresentazioni planimetriche.

Più complesso ed articolato rimaneva il problema connesso all'uso delle isoipse, o come si diceva allora alla *sezione orizzontale equidistante* utilizzata dal Genio, o alle *linee di pendenza*. L'uso delle curve di livello per la raffigurazione morfologica del terreno era nota già da lungo tempo. Il primo tentativo per un loro utilizzo risaliva infatti al 1729, quando l'agrimensore olandese Cruquius cercò di rappresentare l'alveo dei fiumi con l'aiuto di curve che segnavano uguali profondità; il metodo ripreso nel 1737 dal geografo francese Buache consentì di raffigurare il fondo della Manica. Nel 1782 il Carla, dopo aver lavorato nella rilevazione dei fondali marini, elaborò un metodo per la "raffigurazione del livellamento" da applicarsi alle carte terrestri mediante curve di livello (Fig. 26)[29]. L'assenza di un metodo per il rilevamento preciso delle quote altimetriche ne impedì l'applicazione per quasi un ventennio ancora. Fu comunque il Corpo del Genio che, per primo, seppe utilizzare le isoipse per evidenziare le accidentalità del suolo. Inizialmente, questo sistema fu utilizzato solo per piccole aree, e su carte a grande scala, per determinare i piani di defilamento delle fortificazioni (Fig. 27). A partire dal 1801, invece, sotto la direzione di Haxo, fu utilizzato sistema-

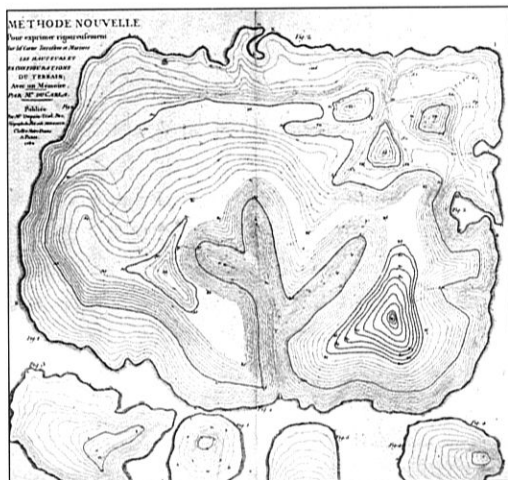



FIGURA 26

FIGURA 27

[29] Nel 1799, il figlio di Dupain-Triel, editore del *Metodo* del Carla, nonché ingegnere geografo, elaborò un curioso esempio di curve ipsometriche colorate su una carta della Francia.

ticamente nel rilevamento topografico[30].

Diversamente la rappresentazione mediante linee di pendenza fu, allora, il sistema ritenuto più idoneo, in quanto attraverso il loro maggior o minor addensamento e spessore era facile intuire l'inclinazione dei versanti. Pur tuttavia questi espedienti erano legati all'abilità individuale del cartografo, e si ritenne dunque opportuno definire un criterio univoco per tracciarle, nonchè una soluzione per aumentare l'effetto plastico della raffigurazione, tramite una intensità convenzionale dei chiaroscuri. A tal fine la soluzione più efficace parve quella di frazionare le linee in brevi segmenti, appoggiati su degli orizzontali approssimativi (e ipotetici), inizialmente equidistanti tra loro; veniva invece del tutto escluso il ricorso al tratteggio[31]. Per accentuare l'effetto plastico, nei disegni originali, le linee potevano essere accompagnate dall'uso dell'acquarello o essere più o meno avvicinate e ispessite nelle carte a stampa. Rimaneva da risolvere il problema relativo alla fonte del lumeggiamento: se doveva essere cioè zenitale od obliqua. Dopo una vivace disputa fu raggiunto un accordo di massima per la luce obliqua; ma non furono stabilite regole univoche. Così all'interno di queste direttive ognuno rimase libero di tracciare le linee a piacere: il Dépôt de la Guerre ed il Politecnico si adeguarono[32], la scuola di Artiglieria ed il Genio, al contrario, continuarono ad usare il lumeggiamento zenitale, tentando addirittura di farlo adottare anche agli altri Uffici.

La "conquista" della Montagna

Se nella necessità pratico-operativa dello "sfruttamento del terreno" il ricorso alla prospettiva obliqua era stata un'esigenza finalizzata all'uso militare della carta topografica, nelle carte a scala mag-

[30] Questo sistema di raffigurazione della morfologia del terreno non venne tuttavia adottato (almeno per qualche tempo) dai cartografi del Dépôt de la Guerre in quanto la fondamentale rapidità con cui era necessario operare il rilevamento topografico e la piccola scala in genere utilizzata nelle loro carte rendevano del tutto trascurabili i vantaggi che potevano derivare dalla precisione con cui erano riportate quote e morfologia. Solo qualche anno più tardi (1809-1811), questo metodo finì gradualmente per imporsi a livello generale, grazie al lavoro del capitano Clerc, che utilizzando una bussola, una livella a bolla e una mira riuscì ad individuare una tecnica operativa in grado di conseguire buoni risultati, coniugandoli con la rapidità dell'esecuzione.

[31] Nello stesso periodo il tedesco J. G. Lehmann aveva già messo a punto una tecnica per rappresentare l'andamento delle pendenze mediante tratteggio appoggiato su curve equidistanti e proposto tonalità che prevedevano una variazione costante di asse in asse tra tratteggi di spessore variabile. Egli divise le tonalità in tre classi, ciascuna divisa a sua volta in tre sottoclassi determinate a seconda dell'accessibilità consentita ai diversi corpi militari. Successivamente Dufur, direttore del servizio topografico svizzero, introdusse il lumeggiamento obliquo, che per convenzione prevedeva l'illuminazione proveniente da nord-ovest.

[32] Poche furono le carte topografiche incise a tratteggio obliquo, poiché nonostante gli ingegneri geografi avessero redatto numerose carte con questo sistema rimasero inedite o furono pubblicate quando oramai quello zenitale aveva preso il sopravvento.

giore la raffigurazione delle montagne si allontanava progressivamente dall'immagine reale per diventare simbolica. Il che non significa solamente il passaggio dall'immagine al segno, ma anche la trasposizione concettuale dal concreto all'astratto, prodromo del passaggio seguente che vedrà la dicotomia tra proiezione prospettica, in cui è l'astrazione del panorama nella sua interezza e complessità a suggerire il significato della raffigurazione, e proiezione zenitale, in cui è l'*immagine* a focalizzare l'attenzione. Analogamente, mentre attraverso la precisione scientifica si attua un avvicinamento della montagna agli uomini, la sua rappresentazione, con l'uso del tratteggio, prima, e il ricorso alle curve di livello, poi, se ne allontana.

Il progressivo avvicinamento della pianura alla montagna continuò; ma mentre crescita demografica e motivazioni economiche "videro" positivamente l'ambiente e la cultura della montagna, i suoi abitanti vennero percepiti negativamente per lo stile di vita arcaico, lontano, diverso. Tale atteggiamento, che permase anche nell'800, venne progressivamente mitigato sia dai mutamenti socio-culturali in atto nel periodo, sia dal gusto per l'esotismo, tipico della cultura romantica, che propose la montagna e i suoi caratteri antropici come elementi degni di attenzione proprio perché diversi. Ma questa diversità non fu una lettura a senso unico. La differenza di potenziale economico con la pianura, ma soprattutto con la città, era diventata troppo forte per mantenere la montagna estranea a processi socio-economici tanto rapidi quanto incisivi.

La ricerca di valori estetici e morali, gradualmente, ma con intensità crescente, in stretta connessione con lo sviluppo delle comunicazioni ferroviarie e stradali, con la nascita del turismo borghese e lo sfruttamento dell'energia idroelettrica, portò in breve tempo ad un confronto impari realtà economiche troppo diverse perché la montagna non risultasse perdente, ragione per cui quella separazione che per diversi secoli aveva contraddistinto stili di vita differenti, si é trasformata gradualmente in dipendenza, fino a diventare colonizzazione, portando nel medesimo tempo, allo stravolgimento delle regole del rapporto natura-uomo.

Sul finire del '700 si hanno pure le prime ascensioni esplorative sul Rosa (nel 1778 alcuni intrepidi di Gressoney partirono avventurosamente alla ricerca della mitica Valle perduta[33]), sul Cervino e sul Bianco. Costellate più da insuccessi, sconfitte e ritirate, anche in ragione di tecniche, strumenti e mezzi assai rudimentali – quasi sempre risultati dall'adattamento, se non proprio dall'utilizzo di strumenti d'uso quotidiano, come scale, corde e asce – si susseguono senza sosta, fino a che i primi successi non aprirono la strada ad un fenomeno che avrà

[33] Dopo ripetuti tentativi, nel 1819, finalmente si giunse alla conquista della vetta, denominata Piramide Vincent, dall'omonimo ingegnere che la conquistò, ed alla traversata, da Gressoney a Zermatt, compiuta nel 1859 da William e George Saint John Mattew con le loro guide

ripercussioni considerevoli sulla percezione, sull'immagine e sulle dinamiche della montagna stessa. Come sottolinea Crivellaro l'ascesa sul Bianco "...rappresenta il punto d'arrivo di una mentalità nuova che trasforma la montagna da spazio ignoto e temuto in moderno paradiso terrestre, luogo privilegiato per lo studio scientifico dei segreti della natura e per la contemplazione estetica delle sue meraviglie; dall'altra quell'anno segna anche il punto di partenza di una sistematica attività di conquista condotta dall'alpinismo, dietro il quale dilagheranno le masse del turismo alpino. Con la conquista del Monte Bianco l'intera catena delle Alpi emerge come un autentico continente rimasto miracolosamente inesplorato nel cuore della vecchia Europa, a disposizione dapprima come terreno di studio degli scienziati e in seguito come *terreno di gioco* di alpinisti e turisti..."[34].

Nello stesso periodo l'ascesa al Gran Sasso da parte di Orazio Delfico (1794), con l'intento di osservare la montagna dal punto di vista mineralogico e meteorologico, per trarre le considerazioni naturalistiche riportate nel suo *Osservazioni su una piccola parte degli Appennini*, apparso nel 1796, ottiene un risalto del tutto spropositato, considerato che la vetta era già stata raggiunta molto tempo prima.

Il risalto dato all'ascesa di vette considerate inaccessibili attrasse l'attenzione di una folta schiera di appassionati, e l'alpinismo divenne un fenomeno di moda[35] tanto da coinvolgere un numero sempre maggiore di persone, donne comprese[36].

L'approccio estetico o sentimentale influenzerà notevolmente i naturalisti e i viaggiatori che cominciano ad inoltrarsi nella montagna per carpirne segreti, per leggerne i segni dell'evoluzione geologica, per scoprire il diverso, l'*altro*.

All'inizio sono quasi esclusivamente turisti stranieri; pochi, ma benestanti, che contribuiscono a lanciare sulla scena internazionale località come Chamonix e Grindelwald, dalle quali è possibile partire per le ascensioni alle prestigiose vette del Bianco, nonché a creare una nuova professione: la guida alpina[37]. Le

[34] JOUTARD P., *L'invenzione del Monte Bianco,* Nota introduttiva di Crivellaro, Torino, Einaudi, 1993, p. XVIII.

[35] Fino al 1870 vennero effettuate ben 581 ascensioni, di cui 380 compiute da inglesi, 78 da francesi, 53 da statunitensi, 29 da tedeschi, 19 da svizzeri e 7 da italiani.

[36] Anche le donne si avventurarono nella sfida: Marie Paradis cameriera d'albergo a Chamonix sembra essere stata la prima donna a giungere in vetta il 13 luglio 1808. Trent'anni dopo sarà la volta di Henriette d'Angeville nobildonna inglese soprannominata "la fidanzata del Monte Bianco" ad arrivare sulla cima del Gigante. La sua impresa oscurò la fama della prima in ragione dei preparativi e dell'attesa creata attorno all'evento, oltre che per il diario ricco di imprevisti che riporta l'impresa. All'inglese Isabel Statton invece si deve la prima ascensione invernale. Cfr. MASETTI C., "L'esplorazione delle montagne italiane", AA.VV., *Montagne ...,* op. cit., p. 267.

[37] La moda portò alla nascita ed al successo della Compagnia delle guide di Chamonix, che nata nel 1821 per mezzo secolo ebbe una sorta di monopolio professionale contribuendo non poco alla creazione della fama turistica del centro alpino. Composta di 19 persone, teneva corsi ed accompagnava escursioni in quota ed in alta montagna con un costo partecipativo elevato, poiché ogni ascensione richiedeva un minimo di quattro persone.

preoccupazioni scientifiche hanno oramai lasciato spazio al piacere del tempo libero e allo sport.

La risonanza dell'impresa alpinistica suscita subito il desiderio emulativo di personaggi più o meno noti, ma che contribuiscono ad accrescere l'interesse per la montagna. Nascono e vengono così edite le prime guide; e gli itinerari turistici, patrocinati dal passaparola dei *viaggiatori raffinati*, portarono rapidamente alla volgarizzazione della montagna.

Il 1860 può essere considerato una sorta di momento topico in quest'ottica. Studi di glaciologia e geologia, pubblicazioni varie di viaggi attraverso l'arco alpino e guide, nonché la nascita di associazioni turistiche e scientifiche, come il CAF o *la Societé des touristes du Dauphiné*, contribuiscono a questo evento, che trova largo riscontro anche nelle riproduzioni fotografiche.

I primi reportages (Fig. 28) [38], ma soprattutto i manifesti, aprono la strada al turismo di massa, sospinto dalla curiosità e dall'ammirazione per la scenografiche immagini della montagna raffigurate da questi nuovi, pionieristici, mezzi di comunicazione di massa.

La nascita pressoché contemporanea delle prime associazioni alpine europee[39] apre la strada ad una frequentazione cre-

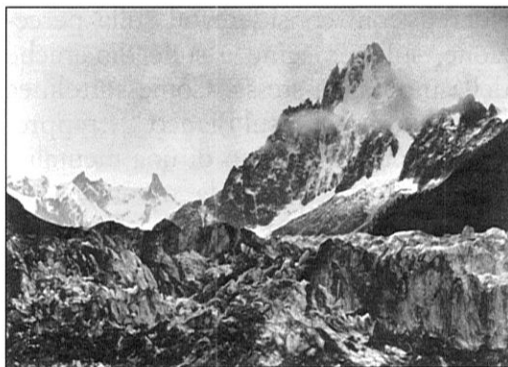



FIGURA 28

scente di appassionati, tanto che l'istituzione delle due sedi del CAI all'Aquila e a Roma (1873), l'VIII Congresso dell'Associazione, nel 1875, porta addirittura alla "salita sociale " sul Gran Sasso (80 sui 140 partecipanti). Da quel momento la vetta fu meta di frequenti ascensioni, grazie anche ai resoconti pubblicati da Douglas Freshfield sui giornali specialistici, quali il *Geographical Journal* e l'*Alpine Journal*, alla costruzione del rifugio Garibaldi nel 1886 e alla prima *Guida del Gran Sasso* di Enrico Abbate nel 1888

Con la fine della fase pionieristica si apriva quella più propriamente sportiva e senza guide, nella quale, grazie all'esperienza acquisita, alla preparazione psico-fisica e all'innovazione tecnologica

[38] La pubblicazione dei primi album fotografici di BISSON A.R., *Haute Savoie: le Mont Blac et ses glaciers, per Bisson fréres, escursion dirigées par Augusta Balnat,* Paris, Rothschild, 1860; e *Souvenirs du voyage de LL. MM. L'Empereur et l'imperatrice,* Paris, Rothschild,1860; e di CIVIALE A., *Voyages photographiques dans les Alpes,* Paris, Rothschild, 1880, ebbero larga risonanza in tutti gli strati sociali della popolazione urbana.

[39] Durante un'escursione sulla cima del Monviso, nel 1863, nasce il Club Alpino Italiano. Concepito da Quintino Sella sul modello delle altre iniziative europee, si proponeva di *"...far conoscere le montagne, più specialmente le italiane, e di agevolarvi le salite e le esplorazioni scientifiche..."*.

dell'attrezzatura, nonché all'impresa di Albert Frederick Mummery che, nel 1871, all'età di soli 15 anni scala la via normale del Cervino, progressivamente si aprì a strati sempre più vasti di popolazione. E, alla fine del XIX secolo, quasi tutte le cime alpine erano state violate.

Quasi parallelamente alla scoperta delle Alpi Occidentali, si iniziarono le esplorazioni di quelle orientali, ed in particolare delle Dolomiti. Il fascino della morfostruttura dei "monti pallidi", che aveva incuriosito Déodat Tancrède de Dolomieu, crebbe esponenzialmente da quando si accorse che queste ultime erano composte da carbonato doppio di calcio e magnesio, diversamente dalle rocce calcaree che conosceva, e che erano costituite solo da carbonato di calcio. La scoperta attirò numerosi scienziati, studiosi e scalatori, che trovarono valido supporto negli ascensionisti della valle, anche se la prima ascesa ufficialmente riconosciuta di una cima dolomitica spetta all'inglese John Ball, che raggiunse il Pelmo nel 1857.

La pubblicazione delle prime guide di Weber (Das land Tirol) e di Murray (A Handbook for Travellers in Southern Germany), nonché dei resoconti scientifici di Josiah Gilbert e G. C. Churcill (The Dolomite Mountains. Excursions through Tyrol, Carintya, Carniola and Friuli in 1861/1863) portarono sempre maggiore di appassionati, ma anche di nobili e ricchi, amanti del fascino dell'avventura, del diverso, delle emozioni nuove e differenziate da poter raccontare agli amici o negli esclusivi circoli urbani. La società borghese era oramai pronta ad avvicinarsi alle vacanze ed al turismo in montagna.

Con la fine dell'800 si chiude l'età delle esplorazioni della montagna italiana e, con essa, delle finalità eminentemente culturali e scientifiche. Nuove tecniche, nuovi materiali, nuovi equipaggiamenti, ma soprattutto nuove motivazioni lanciano nuove sfide alla montagna ed ai suoi segreti.

La colonizzazione della Montagna

Tra la fine del XIX e la prima metà del XX secolo, la società viene interessata da una serie di innovazioni, soprattutto nel settore dei trasporti, che segneranno profondamente il sistema economico, politico e culturale dei decenni seguenti. Specchio ideale per cogliere i tratti distintivi dell'epoca, il cartellone pubblicitario, che a cavallo del nuovo secolo comincia a marcare muri, strade e piazze delle città, accompagna le trasformazioni che coinvolgono la moda, i comportamenti, la morale, l'emancipazione femminile, lo stile di vita, i modelli mentali ed il bisogno indotto di prodotti di massa.

Nel breve volgere di qualche anno l'*affiche* diventa la protagonista indiscussa, nonché la testimone privilegiata della radicale trasformazione del costume sociale in atto. Poiché il manifesto, anche di successo, ha una durata di vita media di circa tre anni, richiede la continua modifica, se non degli stili, dei messaggi utilizzati e veicolati. Anche l'uso della litografia, con le sue enormi potenzialità, contribuisce alla diffusione del manifesto pubblicitario e, con esso, dei *topoi* che ca-

ratterizzeranno una regione o un itinerario (Fig. 29). E quelli che hanno come punto di riferimento la montagna aiutano a comprendere il cambiamento della società e dei suoi modelli cognitivi nei confronti di quest'ultima. Le potenzialità offerte dalla rappresentazione visiva, come forma diretta ed immediata di comunicazione tra agente pubblicitario e utente, è in qualche misura una forma che anticipa i contenuti, i desideri del fruitore della carta geometrica o tematica odierna.

La nascente industria turistica sfrutta molto abilmente questo mezzo grafico per attrarre i suoi ipotetici fruitori. La montagna rimane per molti una realtà lontana spesso considerata inaccessibile per la difficoltà a raggiungere le mete descritte dai mezzi di comunicazione di massa che esaltano le imprese alpinistiche e le conquiste delle vette inviolate.

Il potenziamento ed il miglioramento della viabilità stradale, in connessione all'uso crescente dell'autotrasporto, e i nuovi tracciati ferroviari, con i trafori, ampliano il bacino d'utenza delle stazioni invernali già consolidate o nascenti. Così, mentre si pubblicizzano gli orari dei collegamenti nautici, stradali e ferroviari, si utilizzano spesso riquadri di paesaggi, hotel, miti o sogni nascosti, come elemento accattivante e decorativo volto ad invogliare la possibile clientela all'uso dei nuovi mezzi di trasporto (Fig. 30). Non appena diventa palese che quello che era utilizzato come semplice corredo (vette, paesaggi, valori) può diventare elemento essenziale per promuovere grandi alberghi, uffici turistici e località alla moda, i manifesti se ne appropriano, per segnalare bellezze naturali, possibilità di soggiorno e svago, occasioni di incontro sociale, partecipazione a miti e a modelli sociali fino a pochi anni prima ritenuti, o percepiti, come inaccessibili.

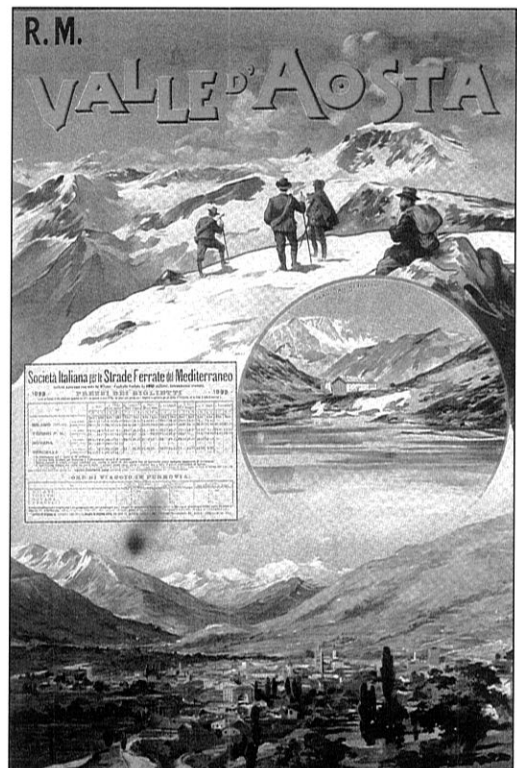



FIGURA 29

FIGURA 30

Sono appunto i grandi alberghi che, per primi, avendo già strutture qualificate per supportare la nascente industria del tempo libero (Fig. 31) si affidano alla cartellonistica per allargare il mercato e la breve stagione estiva.

Con l'introduzione della pratica sciistica, soprattutto nelle Alpi, la stagione invernale si avvia a soppiantare, pur integrandola, quella estiva[40]. La moda degli sport invernali (Fig. 32), contagia rapidamente tutte le località d'alta monta-

FIGURA 31

FIGURA 32

[40] Il Tirolo, che fino al 1918 apparteneva all'Austria, servì moltissimo alla diffusione del turismo invernale nell'impero austroungarico. Infatti "...agli inizi le montagne destavano interesse solamente durante il periodo estivo, poiché d'inverno, prima che nascesse lo sport sciistico, la neve le rendeva praticamente inaccessibili. Inoltre l'idea di trascorrere le vacanze al freddo e al gelo non entusiasmava nessuno. Sole le località termali del sud, favorite dal clima mite potevano vantare una stagione invernale...Verso la fine del secolo questo passatempo divenne una vera e propria moda acquistando ben presto un'estrema importanza per il turismo...Nel 1906 usciva già la prima guida sciistica per il Tirolo...". FORCHER M., *Zu Gast im Herzen der Alpen, Eine Bildgesichichte des Tourismus in Tirol,* Innsbruck, Haymon,1989, p. 7.

gna dell'arco alpino. In tal modo, anche grazie ai manifesti che pubblicizzano i suoi caratteri più attraenti, la montagna comincia ad essere sfruttata turisticamente; ma nel contempo viene stravolta in quelle che erano assieme la sua essenza e le sue caratteristiche peculiari: la difficile accessibilità, il limite climatico ed altimetrico, la presenza temporanea, la solidarietà, il genere di vita essenziale ed austero. Gradualmente la tecnologia mette a disposizione gli impianti di risalita, vengono realizzate strade, seggiovie e funivie, si costruiscono rifugi ed alberghi proprio nei luoghi fino ad allora rifuggiti, poiché, ora, l'energia elettrica e gli impianti di riscaldamento, consentono di soggiornare anche in quota. Cambia anche l'economia: allo stile di vita arcaico, scandito e regolato dal ritmo delle stagioni si sostituiscono modelli di vita diversificati, ma sempre più improntati su quelli urbani.

L'industria turistica, ancora agli inizi, veicola e sviluppa in modo emblematico la montagna e le sue potenzialità turistiche fatte di luoghi, situazioni e alternative di soggiorno. Le differenti tipologie di turismo consentite dai grandi laghi alpini, dalle stazioni termali e dalle infrastrutture turistiche di livello, poste nelle valli dominate dalle vette e dai ghiacciai ampliano offerta.

Abbandonata l'immagine aspra e selvaggia, tipicamente ottocentesca, che per lungo tempo aveva accompagnato viaggiatori e scienziati, e dopo la fase per così dire pionieristica della conquista, quando la tradizionale clientela degli appassionati indirizzava interessi ed attenzione verso le escursioni e l'arrampicata, la montagna si apre ad un pubblico nuovo, ma soprattutto più vasto.

Il turismo sulla spinta delle nuove infrastrutture (linee ferroviarie e trafori, prima, e funivie e seggiovie, poi), dei mezzi di trasporto individuale (dalla bicicletta all'automobile), dei servizi e delle infrastrutture dell'ospitalità, nonché del miglioramento del tenore e del livello di vita di fasce sempre più ampie di popolazione, da un lato, tenta di attrarre nuova clientela e, dall'altro, cerca di rispondere alle richieste, diversificate e pressanti, della massa crescente di turisti. Le immagini cartellonistiche accompagnano questo modello di sviluppo che si impone grazie ad una forte spinta pubblicitaria, capace di coniugare gli elementi più tradizionali di tipo descrittivo-paesaggistico (vette, sole, neve, abetaie) con valori immateriali (qualità della vita, aria pura, tranquillità, benessere psico-fisico) quasi sempre veicolati dalla grazia e dal fascino femminile (spesso abbinate ai binomi movimento-salute, forza-bellezza). L'importanza della cartellonistica si riflette, oltre che sulla determinazione dei flussi, sull'identificazione di peculiarità che connotano, via via, l'identità territoriale, come valore aggiunto sfruttato ampiamente dalle diverse località montane.

I laghi alpini, ma non solo, sono luoghi di grande effetto paesaggistico, oltre che ambientale. Alla suggestione offerta da panorami e scorci di incredibile bellezza (va ricordato che nel 1923 per la prima volta in Italia si utilizza a livello legislativo la distinzione tra paesaggio e bellezza naturale), anche in ragione del contrasto offerto dal rilievo che contor-

na gli specchi lacustri, si associano condizioni microclimatiche particolari, che avvicinano l'Europa al mediterraneo, ai suoi colori, al suo sole, ma che richiedono l'attraversamento della montagna alpina. In tal modo la montagna si appresta a diventare un contenitore delle diverse tipologie di turismo: agli sport invernali si accostano le bellezze naturali di località amene, incastonate tra alti dirupi, ma anche specifici riferimenti ai temi della cura e della salute. Climi, miti, virtù terapeutiche delle acque, lussuose sistemazioni alberghiere, bontà, qualità e varietà dell'ospitalità diventano i capisaldi assunti da vecchi e nuovi centri per il potenziamento dei soggiorni nei luoghi vocati al riposo, alla cura e alla salute.

È soprattutto l'acqua e le sue magiche virtù salutistiche diventano i nuclei portanti del messaggio pubblicitario, che mira, innanzitutto, ad allungare la stagione turistica, oltre il breve periodo estivo e quello degli sport invernali, e ad ampliare il bacino d'utenza della montagna, anche in quelle località che per ragioni altimetriche non possono sfruttare climaticamente la nevosità. E mentre eteree fanciulle d'ispirazione botticelliana lasciano progressivamente spazio a più procaci e realistiche figure femminili nell'intento di dare veridicità al messaggio veicolato, il legame culturale tra pittura immagine e pittura ottocentesca, espresso tanto dagli effetti decorativi, quanto dai motivi derivati dalla pittura di genere neoclassica, sfuma progressivamente fino a scomparire, sostituito dai messaggi pubblicitari, in cui a prendere il sopravvento è la parola: all'immagine spetta solo il compito, pur importantissimo, di confortare, quasi a testimonianza, la veridicità dell'informazione, attraverso la contestualizzazione del messaggio stesso[41].

Fino agli anni '30 le difficoltà di riproduzione in grande formato limitano ancora molto l'uso della fotografia (anche se viene utilizzata frequentemente per creare i modelli cartellonistici da realizzare in scala) rispetto all'immagine pittorica. La forza comunicativa del messaggio, l'eleganza e la qualità formale dell'immagine a supporto del turismo diventano caratteristiche inscindibili pur nel rispetto delle direttive fasciste che appoggiano senza esitazione sport, attività agonistica e vita a contatto con la natura. È sempre lo sci e soprattutto l'identità dei luoghi a rendere inscindibile il binomio attraverso cui si verifica una nuova conquista della montagna.

[41] La pubblicità cartellonistica comincia a sfruttare ben presto anche queste località, in ragione di una serie di motivi che vanno dalla consolidata tradizione di accoglienza delle monarchie europee (in particolare della monarchia asburgica) e della ricca borghesia di lingua tedesca, nonché di flussi internazionali, in forte espansione grazie allo sviluppo delle conoscenze e delle pratiche mediche. Anche i laghi "...idealizzati attraverso le affiches come luoghi romantici dove è sempre la presenza femminile a guidare un messaggio che invita alla visita ed al soggiorno diventano un efficace simbolo, dopo l'impatto con la grandiosa catena alpina, del clima e della vegetazione mediterranea, primo saggio della cultura italica del sole e del mare...", cfr. FESTI R., MARTINELLI C., *L'immaginario della montagna nella grafica d'epoca,* Ivrea, Priuli & Verlucca, 1996, p. 95.

Se nel corso dell'Ottocento e fino alla prima guerra mondiale la montagna era rimasta appannaggio della ristretta oligarchia aristocratica con i suoi modelli e stili di vita (pur inseriti in montagna, palesano il forte distacco dalla montagna stessa) con l'affermazione massiva della piccola borghesia, desideri ed aspettative si appropriano della cartellonistica ovviamente ben supportata dalla committenza intenzionata a pilotare i bisogni della società (Fig. 33).

I temi vengono ulteriormente marcati negli anni '50 e '60. Nell'intento di rilanciare il turismo in Italia dopo la seconda guerra, riconquistando la fiducia degli stranieri si pubblicizza l'automobile, simbolo del boom degli anni '50 (Fig. 34) come mezzo di trasporto individuale per la conquista della montagna.

Tranne i manifesti dell'Enit, in cui le Alpi vengono proposte nel loro complesso, la cartellonistica mira oramai a promuovere singole realtà regionali o specifiche località, nel duplice intento di valorizzare le peculiarità dell'area e di offrire, attraverso la varietà e le alternative del soggiorno montano, il riconoscimento implicito della *varietà delle montagne*.

Quando, a partire dai primi anni '60, la cartellonistica cede il passo alla fotografia a colori, ai mezzi di comunicazione di massa (televisione) e a tutta quella serie di immagini patinate dei rotocalchi che ber-

FIGURA 33

FIGURA 34

sagliano la nostra vita quotidiana, ha già caratterizzato un'epoca, aprendo la strada ad un nuovo modello di contatto tra pubblico e prodotto di tipo industriale, commerciale, turistico, sociale e culturale.

Solo la cartografia sembra avere ancora qualche possibilità di sviluppo e di successo all'interno del panorama rappresentativo della montagna.

L'istituzione del Servizio cartografico di Stato, prima attraverso l'IGM, ed i più recenti Servizi cartografici Regionali, poi, hanno dato un forte impulso alla conoscenza del territorio e, soprattutto, della montagna, alla quale invero erano già state dedicate anche altre importanti iniziative nel campo della raffigurazione: dall'*Atlante dei Tipi geografici,* curato da Olinto Marinelli (Fig. 35) nel 1922 per i tipi dell'IGM[42], alla *Carta dell'utilizzazione del suolo d'Italia*[43] curata da Alessandro Antonietti e da Carlo Vanzetti, nel 1961, per conto dell'Istituto Nazionale di Economia Agraria, alle carte geomorfologiche del Trentino, della Basilicata e della Calabria, realizzate dall'UGI, in seno alla Commissione per la Geomorfologia Applicata, tra il 1962 e il 1968[44].

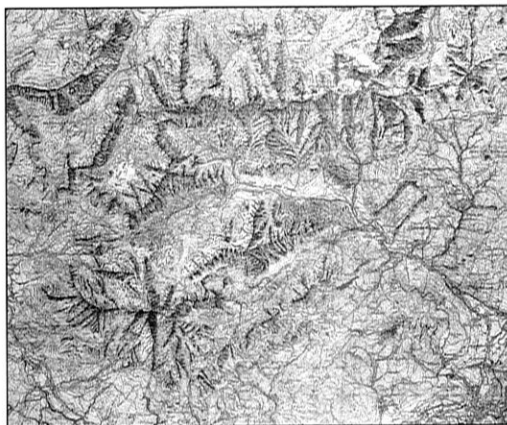



FIGURA 35

[42] All'interno dell'opera che si compone di 80 tavole 35 (dalla 2 alla 36) sono dedicate alla rappresentazione dei territori montani e collinari nella diversa tipologia che vede raffigurate le aree vulcaniche, gli altipiani carsici prealpini, gli altipiani alpini, le dolomiti, l'Appennino settentrionale, i bacini intermontani appenninici, le montagne delle isole e i ghiacciai alpini. L'opera, fondamentale per la conoscenza della topografia italiana, dopo il diffuso successo ottenuto per decenni segna il passo, in ragione delle trasformazioni antropiche che hanno contrassegnato il paesaggio italiano. L'iniziativa, in corso, di una riedizione aggiornata dell'opera, merita un caloroso encomio all'IGM ed alla sua attività per la diffusione della conoscenza dello spazio italiano mediante la sua raffigurazione cartografica.

[43] La carta si compone di 11 carte a scala 1:750 000 e da alcune tavole sinottiche a carattere statistico di particolare rilievo poiché indicano come la montagna rappresenti il 39% dell'intero territorio nazionale, la collina il 40% e la pianura il restante 21%. Risulta inoltre che la montagna alpina copre una superficie di 4,57 milioni di Ha, quella appenninica 5,75 (0,91 il settentrionale, 2,17 il centrale e 2,67 il meridionale); mentre le colture prevalenti sono i boschi (35,7%), l'incolto produttivo (27,8%) e il prato pascolo (10,7%), con un 18,5% di improduttivo. Della carta il TCI nel 1965 pubblicò una nuova edizione intitolata Carta dell'utilizzazione del suolo corredata da 26 carte a scala 1:200 000 a cura del Centro Studi di geografia Economica del CNR.

[44] In quest'occasione fu possibile definire alcuni principi base per questo tipo di rappresentazione, come ad esempio la necessità di rispondere a parametri topografici, utilizzando eventualmente lo sfumo per differenziare le forme carsiche e gettando, nel contempo, le basi per raggiungere una chiarezza espressiva attraverso l'inserimento massimo di contenuti e dati utili secondo le indicazioni fornite dal Congresso Geografico Internazionale di Stoccolma del 1960.

La legge istitutiva delle Comunità montane, del 1971, prevedeva la realizzazione della Carta della montagna. Perseguendo l'intento di "...rilevare la situazione attuale, per quanto riguarda le utilizzazioni del suolo, la rete stradale e le altre principali attrezzature civili, nonché lo stato di dissesto riferito alle indicazioni della carta geologica e la consistenza delle opere idrauliche e idraulico-forestali in atto...", il legislatore proponeva la cartografia come strumento di gestione territoriale qualificato. Soltanto nel 1976, la Geotecneco portava alla luce la *Carta della Montagna*[45], curata dalla Direzione Generale per l'Economia montana del Ministero dell'Agricoltura e Foreste e del Ministero dei Lavori Pubblici (Fig. 36). Quello che sorprende, semmai, è il fatto che a distanza di quasi 30 anni, e nonostante i progressi tecnologici disponibili, nulla, o quasi, sia stato fatto dopo. Si può dire, infatti, che molto, dal punto di vista cartografico sia stato realizzato soprattutto in ambito turistico, dove le "mille" carte dei sentieri, degli impianti di risalita, degli agriturismo, delle piste da sci, dell'enogastronomia, del turismo equestre, delle emergenze storico-culturali, delle aree protette, ecc. hanno ampliato l'offerta della montagna ai fruitori occasionali, ma spesso senza curarne l'immagine e l'identità di regione geografica ricca di specificità proprie.

Tecniche di rilevazione, restituzione, elaborazione e stampa sono cambiate profondamente. A non essere cambiati sono, molto probabilmente, l'atteggiamento del cartografo ed il processo logico che stanno alla base dell'elaborato e che hanno consentito di produrre carte sempre più precise e dettagliate (Fig. 37). Quello che resta carente è la sua utilizzazione in quanto la conoscenza dello spazio ed il suo trasferimento sulla carta

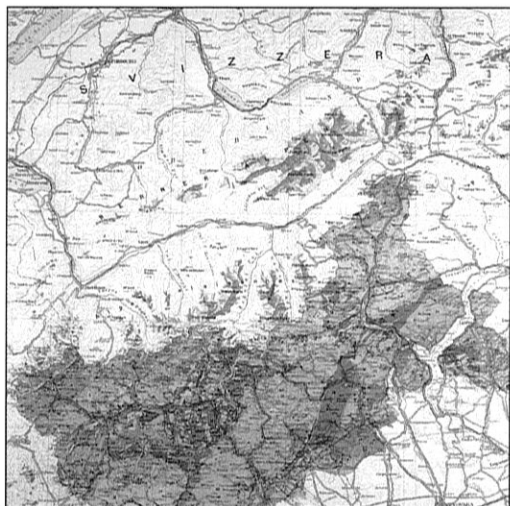



FIGURA 36

FIGURA 37

[45] La rappresentazione a scala 1:500 000 utilizza come base la Carta generale d'Italia del Touring Club Italiano e rappresenta uno strumento indispensabile per la conoscenza della montagna italiana.

devono favorirne la lettura e la comprensione affinché si possa agire in esso e su di esso in modo consapevole e responsabile.

Oggi la tecnologia consente una precisione quasi assoluta, la difficoltà della ricognizione sul terreno è minima, se non inesistente, strumenti sofisticati consentono di rappresentare su carta o in digitale le informazioni, al punto da scomporre la realtà in una serie di dati e di informazioni impensabili anche nel passato più recente. Eppure, come sottolinea Rossi "...non si registra ancora la presenza di strumenti cartografici aggiornati e complessivi per i territori montani...". Sembra non essere nemmeno un problema di risorse economiche se provvedimenti legislativi hanno assegnato alla montagna priorità assoluta per "...l'infrastrutturazione primaria per la difesa del suolo dal rischio sismico e dal dissesto idrogeologico..." [46]. Il problema, più semplicemente, sembra essere quello dell'uomo che non riesce a coniugare l'avanzamento tecnologico con i problemi reali, in modo da trovare soluzioni adeguate alla tutela ed alla valorizzazione del territorio.

Conclusioni

La diversa percezione della naturalità ha indotto nella montagna numerose e cospicue trasformazioni, al punto che la domanda se essa sia ancora una realtà facilmente identificabile secondo i vecchi modelli sembra improponibile.

Lo sviluppo che con fasi alterne e differenziate per tipologia ed intensità ha interessato la montagna, ha prodotto molti cambiamenti. La crescita demografica ha innalzato il limite inferiore del bosco per espandere le superfici agricole, mentre ha abbassato quello superiore per lasciar spazio al pascolo; la dinamica industriale ha indotto la deruralizzazione del fondovalle, alimentando flussi migratori verso la fascia pedemontana o la città; la domanda turistica, innalzando il limite altimetrico degli insediamenti stabili e temporanei ha portato ad una riconquista della montagna e ad una maggior integrazione con la pianura, ma ha accentuato il divario socio-economico tra aree deboli ed aree forti.

Troppe variabili, troppe "montagne", troppe realtà territoriali talora coesistenti su ambiti spaziali ristretti, e per questo ancor più stridenti, segnalano che oramai la montagna é sempre meno un limite altimetrico e sempre più un concetto soggettivo, che dipende in larga misura dal peso che gli elementi naturali hanno avuto ed hanno tutt'oggi nel condizionarne la percezione, la raffigurazione e la conseguente azione antropica.

[46] Se nel 1998 il Senato si impegnava ad assegnare maggiori fondi per le aree montane, nel 1999 era il Governo ad impegnarsi "...a tutelare e valorizzare il territorio delle zone montane, promuovendo il loro sviluppo integrato attraverso il consolidamento delle finanze delle Comunità Montane, l'emanazione della disciplina che permetta alle stesse di contrarre mutui e l'adeguamento del fondo nazionale per la montagna...", ROSSI E., "La cartografia per la montagna italiana ", AA.VV., *Montagne...*, op. cit., p. 285.

Purtroppo l'antico rapporto, natura-uomo, si é quasi sempre invertito a vantaggio di quest'ultimo, quando non si é dissolto in seguito allo spopolamento e all'abbandono. In tal modo é andata scomparendo anche la cultura della montagna, intesa come ecosistema particolarmente fragile, in cui ogni innovazione andava attentamente valutata nei tempi e nei modi, oltre che nei costi e benefici. Ci si trova di fronte ad un'area in cui la presenza umana non é più distribuita in modo organico, tale cioé da risultare funzionale alle risorse ed ai bisogni e da consentire una simbiosi con le valenze fisiche: oggi essa vive addensata in centri, spesso senza riferimento alcuno col territorio, che si sta destrutturando per seguire modelli impropri. È dunque quanto mai necessario recuperare quel tipo di rapporto, perché come é oramai impensabile un territorio senza l'uomo, a maggior ragione é impensabile una montagna senza l'uomo.

Vivere in montagna é difficile, ma la montagna é stata per lungo tempo una regione densamente antropizzata con forti caratteri e può esserlo ancora se vengono consentite pari condizioni di vita a quelle che altri hanno in ambienti diversi. Ogni territorio per essere vivo e vitale ha bisogno di progredire e trasformarsi. Tuttavia dette trasformazioni, sia perché imposte dall'esterno, sia perché necessarie, sovente sono state intese e proposte come innovazioni, vale a dire come scelte contrapposte ai modelli di vita tradizionali. Le esperienze ed i tentativi fatti dimostrano che in mancanza di una programmazione globale ci si trova di fronte ad una realtà composita, che anziché essere integrata, appare frammentata in poli privi di centralità e, quindi, incapaci tanto di coordinare, quanto di attuare quell'aggregazione necessaria al funzionamento ed alla vitalità del sistema montagna. In questa situazione di policentrismo diffuso, la montagna non solo ha perso parte della propria identità, ma pure dal punto di vista economico ha creato strutture ed infrastrutture solo apparentemente stabili e durature. In quanto monosettoriali esse hanno una connaturata fragilità, esterna al contesto in cui operano, perché correlate alla situazione economica o alla dinamica del settore.

La componente economica é ovviamente importante, ma non indispensabile, e comunque va inserita nei valori di civiltà e cultura espressi da un rapporto millenario. Occorre pertanto modificare i modelli culturali che hanno gestito la montagna, ma anche i comportamenti mentali che l'hanno vista come realtà antitetica alla città o alla pianura, o come rifugio o sbocco per il tempo libero dimenticando che era già una realtà viva di per sé e che pertanto non andava né disprezzata né idolatrata. Viceversa la montagna va vista e ripensata come un insieme di aree funzionali legate all'intero sistema territoriale, in modo da ottemperare le possibilità dello sviluppo a scala locale con le suscettività offerte dall'esterno. In ragione di ciò la viabilità va vista come collegamento e non come scavalcamento, e lo sviluppo come rispetto delle peculiarità e non come modifica o trasformazione delle stesse, né tanto meno come imposizione di vincoli tesi al non fare.

La montagna, oggi più che mai, ha bisogno di uno sviluppo equilibrato ed armonizzato con la molteplicità delle aspettative umane e delle valenze naturali, affinché l'inserimento o l'innovazione delle attività produttive torni a beneficio e non a detrimento del suo delicato ecosistema, del quale amministratori pubblici e soggetti privati devono sentirsi partecipi e corresponsabili. Ma é altrettanto necessario che ambito scientifico, economico e politico operino in sinergia d'intenti per evitare che il paesaggio dell'analogia o peggio dell'omogeneità diventi regola. In montagna il vivere diverso, non significa necessariamente meglio o peggio; significa semplicemente diverso, e basta! Solo se la montagna potrà tornare ad essere area della diversità e non della differenza, magari percepita in negativo; del rilievo e non degli squilibri territoriali; del decentramento e non della periferia, o come più spesso accade della marginalità; oppure agognata per il tempo libero, ma dimenticata per molti mesi all'anno, non solo sarà possibile recuperarla come fattore di integrazione tra la dimensione sociale e quella ambientale, ma sarà possibile altresì fare in modo che da una tradizione e modernità si passi ad una modernità nella tradizione[47].

La montagna e la cartografia è il titolo di questo Convegno che, come detto all'inizio, conclude l'Anno internazionale delle montagne. Ebbene questo convegno chiude le celebrazioni, ma non l'attività di chi ama la montagna perché - e lo vedremo, credo, attraverso le relazioni ed i contributi che seguiranno - questa regione geografica ha bisogno più che mai dell'apporto sinergico delle discipline specialistiche, delle loro tecniche, dei loro metodi e strumenti per evitare che possa andare alla deriva, sulla base di un degrado che ne ha stravolto caratteri, economia ed ecosistema.

Tra due giorni si spegneranno i riflettori. Ma il tema della montagna, dei suoi valori, delle sue potenzialità, nonché dei suoi problemi non dovrà rimanere un evento isolato, né finire nel dimenticatoio. Come è stato per oltre un decennio da parte dei geografi, e come si sta verificando con questo Convegno da parte di chi ama, e vive per la montagna, come le Associazioni che in questi giorni si sono date appuntamento a Trento, nella sede del Museo Tridentino di Scienze naturali, la tutela della montagna deve diventare una sorta di impegno formale, affinché nuove chiavi di lettura, nuovi approcci e nuove indicazioni per interventi appropriati sulla base dell'apporto delle diverse discipline essa torni ad essere una regione geografica dotata di propria autonomia.

L'auspicio che la montagna possa essere conosciuta sempre più e meglio, perché solo chi conosce sa agire nel rispetto dell'identità ambientale e culturale che essa rappresenta, ma anche perché

[47] Cfr. SALGARO S., "*Il peso* della naturalità nella percezione e nello sviluppo della montagna", BERNARDI R., SALGARO S., SMIRAGLIA C., *L'evoluzione della montagna italiana…*, op. cit., pp. 113-129.

solo attraverso la rappresentazione, l'elaborazione di dati, la proiezione di dinamiche è possibile avere della montagna quella conoscenza che sola può arricchire anche chi, grazie alla disponibilità di metodi e all'elaborazione di concetti fondati su nuove comprensioni e percezioni, deve decidere per la sostenibilità del suo sviluppo. Perchè la montagna ha bisogno di preservare la sua diversità culturale quanto la sua diversità biologica. Per ricostituire quella regione geografica della Montagna, intesa con la M maiuscola occorre valorizzare l'ambiente montagna per l'uomo, nelle sue molteplici espressioni ed usi, ma senza perdere di vista le dinamiche geofisiche che vanno rispettate ed assecondate in un equilibrio di ambiti tali da migliorare un rapporto che è stato interrotto dalla rivoluzione industriale e dai suoi effetti e per il quale geografia e cartografia devono tornare a collaborare in unità d'intenti.

Divulgare per conoscere, conoscere per capire, capire per agire sono le chiavi di un nuovo modo di approcciarsi alla montagna

L'interesse che ha investito la montagna nel corso dell'ultimo decennio deriva dalle trasformazioni di cui è stata oggetto a partire dalla seconda metà del secolo scorso; modifica degli assetti demografici, adeguamento e ampliamento delle infrastrutture viarie e dinamiche economiche legate all'industria turistica hanno indotto alterazioni territoriali in molte aree. Di qui la necessità di trovare soluzioni ai problemi creati dai crescenti flussi di turisti e di traffico, nonché dai fenomeni di sovraccarico o di abbandono, con conseguente dissesto e degrado, che hanno interessato soprattutto gli aspetti più propriamente naturali (tra cui frane, incendi, valanghe e alluvioni).

Tutti temi che riguardano da vicino scienze specialistiche quali la geologia, le scienze della terra, le scienze naturali, e che concorrono a fornire alla geografia informazioni utili per elaborare strategie volte a ricomporre quell'unitarietà della montagna tipica del passato.

Giustamente si stanno attuando politiche ed interventi per cercare di ricomporre questa unità, magari incentivando forme economiche alternative, integrative (agriturismo) o sostenibili, come si è soliti dire, sovvenzioni alla montagna, istituendo parchi ed aree protette per preservare dal degrado ambienti sovente unici.

Ed è proprio una più attenta considerazione dei problemi ambientali, nel contesto della politica per la montagna che, anche sulla base delle nuove politiche comunitarie, nel corso degli anni '90, Istituzioni ed Enti sono state indotte a ricercare strade e soluzioni nuove. Quella della conservazione della montagna attraverso i parchi e le aree protette, precedentemente intrapresa in alcune realtà, è sembrata quasi sempre la via maestra attraverso la quale perseguire obiettivi generalizzati. In realtà si è dimenticato spesso che la montagna, da regione geografica unitaria si era venuta articolando in montagne, ragione per cui soluzioni adottate, ed effetti conseguiti in un'area, non necessariamente erano forieri dei medesimi risultati in altre, per il solo fatto di essere, quest'ultime, similari dal punto di vista fisico. Per questo il concetto della conservazione della montagna

va ripensato non solo nelle finalità, ma anche nei metodi e nelle strategie per perseguirlo, anche se rimane, oggi più che mai, un obiettivo necessario per le interazioni che la sua attuazione comporta a livello socio-territoriale sia a grande che a piccola scala.

Si tratta tuttavia di perseguire questo fine attraverso una politica per la montagna tale per cui parchi ed aree protette non siano più visti in forma di tutela 'passiva', né impegnati esclusivamente a creare luoghi di divertimento e di svago. A queste aree viene prospettata l'occasione di sperimentare concretamente quel nuovo ruolo che la legge ha loro assegnato, ma che, nella pratica, stenta ancora a decollare. Ai motivi di conflittualità, che nel recente passato hanno spesso contrassegnato i rapporti (o i non rapporti) tra Istituzioni centrali e periferiche e tra Enti locali, Comunità montane e parchi, può e deve subentrare una stagione di collaborazione e di comune impegno per il benessere dei residenti e dei fruitori occasionali, nonché per la regione montagna nel suo insieme e la pianura che da essa dipende per buona parte delle sue necessità economiche, ambientali e sociali.

Ma è lecito chiedersi pure se queste indicazioni siano le giuste soluzioni al problema.

Non posso negare di avere qualche perplessità; almeno se si considera che la montagna, come detto prima, è sempre meno identificabile almeno secondo i vecchi parametri che l'avevano strutturata in regione montana. Oggi si cercano i versanti meno soleggiati per avere più a lungo la neve su cui sciare; è indifferente, o quasi, costruire alberghi in posizioni difficili o poco soleggiate, perché energia elettrica e fonti energetiche consentono di fare a meno della luce solare e della legna, faticosa da tagliare; l'accessibilità non è più un ostacolo poiché viabilità e mezzi meccanici (dalle autovetture, ai gatti delle nevi, dalle motoslitte agli impianti di risalita) consentono di raggiungere ogni luogo (si usa addirittura l'elicottero come si è visto la settimana scorsa...). A conclusione dei lavori del gruppo di ricerca Agei sulla montagna si sollecitava la realizzazione di un master plan della montagna, di un progetto che contemplasse la visione integrata dei diversi ambienti delle varie montagne.

Per ottenere questa visione sintetica, globale della montagna, della sua potenzialità, delle sue suscettività, dei suoi problemi, per attuare finalmente una politica equilibrata, tale per cui non si possano creare più soluzioni di dipendenza, ma di integrazione, e soprattutto di autosviluppo (questo, sì, sarebbe uno sviluppo sostenibile, poiché, come nel passato, gestito e programmato dai locali che vivono in montagna), la cartografia potrebbe fornire quel supporto fondamentale che ha sempre dato, in quanto la carta ha sempre avuto una finalità pratica. Riuscire a riportare la carta a questa finalità (il che non significa precludere le altre suscettività di usi possibili che la carta può avere come nel turismo, piuttosto che nell'applicazione scientifica, come la carta delle frane, delle aree protette, della pendenza, dei suoli, delle valanghe, del rischio, ecc.,) avvicinando la montagna a quanti la amano, sensibiliz-

zandoli ai problemi (Fig. 38), ai rischi, alle conflittualità tra usi impropri e tutela dell'ambiente troppo sovente dimenticati sulla base di percezioni del ben avere economico più che sul benessere effettivo (anche questo percepito e pubblicizzato, ma sempre come bene immateriale e null'altro), cartografia e geografia potrebbero trovare quelle sinergie a lungo utilizzate e proficuamente sviluppate per coniugare progresso e benessere in campi molteplici.

Ho iniziato questo escursus sulla rappresentazione della montagna partendo dal mito, e con questo vorrei concludere, utilizzando una similitudine apparentemente azzardata, se si vuole, ma forse non più di tanto: la cartografia nei confronti della montagna potrebbe essere paragonata a Prometeo. Essa ha consentito ai geografi di comprendere il mondo; ma la montagna è riuscita a preservarsi a lungo, a conservarsi integra, come l'ultima delle Terrae incognitae. Quando la cartografia è riuscita a superare l'immagine globale, sintetica della montagna attraverso il segno (ma se si vuole anche attraverso l'uso dei tematismi che ne hanno permesso la lettura sincronica), consentendo al geografo di carpire i segreti della natura, cioè della divinità, svelandoli, sembra essere stata punita con una sorta di supplizio: quello di doversi rigenerare lavorando più alla sterile riproposizione di sé, che all'utile rappresentazione/raffigurazione del mondo.

FIGURA 38

È invece opportuno che la cartografia torni ad essere utile al geografo. Ma per essere tale occorre che essa torni ad acquisire, con la funzione di utilità, il ruolo di strumento utile e necessario per impadronirsi del mondo, non per sfruttarlo, ma per conoscerlo e gestirlo nella prospettiva di uno sviluppo equilibrato: per la Montagna, in primo luogo, ma anche per le montagne.

La cartografia della montagna può diventare fonte di distruzione di se stessa e della montagna, se mal gestita ed utilizzata impropriamente, ma se usata in ottica geografica può diventare occasione di crescita e riproposizione di quella visone unitaria che a lungo ha preservato la montagna, trasmettendola ai posteri, proprio come la teoria dello sviluppo sostenibile propone di fare.

Riferimenti bibliografici

AA.VV., *La Comunità Montana*, Roma, Ed. Il Montanaro, 1972.

AA.VV., *La Comunità Montana*, Roma, Ed. Il Montanaro, 1972.
AA.VV., *Montagna problema nazionale: quarant'anni di storia*, Atti Convegno Tolmezzo 6-8 nov. 1986, Udine, Ist. Friulano per la storia,1987.
AA.VV., *Politica ambientale nell'area alpina,* C.I.P.R.A., Monaco, 1989.
ABRAMI A., *Comunità Montane e sviluppo economico*, Milano, Giuffrè, 1975.
ALMAGIÀ R., "Gli studi italiani sullo spopolamento montano", *La Ricerca Scientifica*, Roma, 1932, pp. 269-274.
BAGNARESI U., "II piano di sviluppo della Comunità Montana", *Atti Assemblea nazionale UNCEM*, Riva del Garda, 1973, pp. 73-100.
BARBERIS C., "In tema di foreste e forestazioni", *Montagna 2000* Rapporto Insor, Milano, F. Angeli, 1992, pp. 31-179.
BARBERIS C., et al., *Montagna 2000*. Rapporto Insor, Milano, Angeli,1992.
BARBIER B., "Agricolture et tourisme dans un type de zone marginale: la montagne française", *Atti XXIII Congr. Geogr. It.*, Catania, 1983, vol.III, pp. 22-25.
BARBIERI G., "Tutela e valorizzazione del paesaggio montano", *Proposte per la Regione Toscana*, Firenze, Ist. Geogr. Fac. Mag. Univ., 1972.
BARBIERI G., GAMBI L. (a cura di), *La casa rurale in Italia*, Firenze, Olschki, 1970.
BARRUET J., GERBAUX F., ZUANON J.P., "La politique de la montagne: entre le chengement e la continuité", *Revue de géographie alpine*, Grenoble, 1984, pp. 329-346.
BARTALETTI F., *Le grandi stazioni turistiche nello sviluppo delle Alpi Italiane*, Bologna, Pàtron, 1994
BATZING W., *L'ambiente alpino. Trasformazione, distribuzione, conservazione*, Milano, Melograno Edizioni, 1987
BERNARDI R., ORIENTI A., *L'Appennino emiliano occidentale: peculiarità delle sue dinamiche,* Bologna, Ist. Geogr. Lett. Univ., 1982.
BERNARDI R., SALGARO S., SMIRAGLIA C. (a cura di), *L'evoluzione della Montagna italiana fra tradizione e modernità,* Bologna, Pàtron, 1994.
BERNI P., "Sviluppo economico e difesa dell'ambiente in montagna", *Montagna oggi,* Roma, 6, 1989, pp. 17-19.
BEVILACQUA E., "II turismo sulle Alpi italiane", *Le Alpi. Barriera naturale, individualità umana, frontiera politica*, Bologna, Pàtron, 1990, pp. 135-154.
BIGNAMI G.R., *Una montagna per gli uomini*, Cuneo, L'Arciere, 1991.
BILLET J., "Tourisme et emploi dans les Alpes", *Revue de géographie alpine,* Grenoble, 1973, pp. 509-70.
BLACHE J., *L'homme et la montagne*, Parigi, Gallimad, 1933.
BLAISE B., DAVID J., HERBIN J., "La spécificité démographique de la zone de montagne française d'après l'analyse des structures d'âges", *Revue de géographie alpine,* Grenoble, 1989, pp. 187-202.
BOCQUET G., "Projets locaux d'aménagement et ressources en eau, en region montagneus", *Revue de géographie alpine*, Grenoble, 1986, pp. 75-82.
BONAPACE U., "II mondo alpino", *Capire l'Italia. I Paesaggi umani*, Milano, T.C.I., 1977, pp. 14-35.
BONAPACE U., "II turismo della neve in Italia", *Riv. Geogr. It.*, Firenze, 1968, pp. 157-186 e 322-359.
BONASERA F., *Le "Comunità Montane" delle Marche. Aspetti geografico-economici*, Bologna, Pàtron, 1980.
BORGATTI F., *La Tabula peutingeriana e l'agro ferrarese*, Ferrara, Università di Ferrara, 1908.
BOSCACCI F., "Economic Aspects of Sustainable Development in Alpine Mountain Areas", SCARAMELLINI G., (a cura di) *Sustainable Development of Mountain Communities*, Milano, Guerini e Associati, 1995, pp. 29-32.

BOSIO L., *La Tabula Peutingeriana*, Rimini, Maggioli, 1983.
BOZONNET J.P., "Le lieu de tous les estrêmes: anomie, solidarieté, identité territoriale. La montagne secrète-t-elle une société spécifique?", *Revue de géographie alpine,* Grenoble, 1989, pp. 147-160.
BRAS C., LE BERRE M., SGARD A., "La montagne, les géographes et la géographie", *Revue de géographie alpine*, Grenoble, 1984, pp. 141-153.
BRAUDEL F., *Il Mediterraneo. Lo spazio, la storia, gli uomini, le tradizioni*, Milano, Bompiani, 1987.
BUSI R., TOCCOLINI A., "Agricoltura nelle aree marginali di montagna: problemi e prospettive", *Il Montanaro d'It.,* Roma, 1979, 2, pp.21-32.
BUTTOUD G. et al., *Libro bianco 2000 sulla foresta di montagna in Europa*, Saint Jean d'Arvey, EOMF, 2001.
BUZZETTI L., "Le Comunità Montane dell'Antiappennino toscano", *La geogr. nelle scuole*, Roma, 1979, pp. 138-150.
CALDO C., "Le culture locali delle Comunità rurali e urbane tra dipendenza e autonomia", *Atti XXIII Congr. Geogr. It.*, Catania, 1983, vol. II, tomo I, pp. 297-327.
CELANT A., "Geografia e sviluppo regionale: un approccio metodologico per l'individuazione di unità territoriali intermedie", *Notiz. Geogr. Econom.*, Roma, 1970.
CENCINI C., DEMATTEIS G., MENEGATTI B. (a cura di), *L'Italia emergente. Indagine geodemografica dello sviluppo periferico*, Milano, F. Angeli, 1986.
CHARDON M., "Essai d'approche de la spécificité des milieux de la montagne alpine", *Revue de géographie alpine,* Grenoble, 1989, pp. 15-28.
COMMISSIONS EUROPÉENNES, *Etude propsective des régions de l'arc alpin et péri-alpin, politique régionale et cohésion*, Bruxelles, Études de développement régional, vol. 17, 1995.
COPPOLA G., "Trentino Alto Adige: una cultura per difendere la qualità della vita", GINSBORG P., *Lo stato dell'Italia*, Milano Mondadori, 1994.
CRES-CNR, *Il problema della montagna*, Udine, 1985.
D'APONTE T., "Il recupero delle aree marginali nel contesto della Politica Agricola Comunitaria", *Atti XXIII Congr. Geogr. It.*, Catania, vol. III, 1983, pp. 18-21.
DE BATTAGLIA F., "Città, montagna e inquinamento culturale," *Atti convegno La città e la montagna*, Trento, Ed. I1 fiore del Baldo, 1990, pp. 29-40.
DE GREGORIO I., "Riflessioni sulla dimensione delle Comunità montane", *Montagna oggi,* Roma, 1991, 10, pp. 27-28.
DE ROSSI A., MAMINO L., REGIS D., *Le terre alte. Architettura, luoghi, paesaggi delle Alpi Sud Occidentali*, CUNEO,"I grandi libri" L'Arciere, 1998.
DE VECCHIS G., *Da problema a risorsa: sostenibilità della montagna italiana,* Roma, Kappa, 1996.
DE VECCHIS G., *La montagna italiana tra degrado e sviluppo. Il ruolo delle Comunità Montane*, Roma, Pubbl. Cattedra di Geografia LUMSA, 1988.
DE VECCHIS G., *La montagna italiana. Verso nuove dinamiche territoriali: i valori del passato e le prospettive di recupero e di sviluppo*, Roma, Ed. Kappa, 1992.
DEBARDIEUX B., "Les statuts implicites de la montagne en géographie", *Revue de géographie alpine,* Grenoble, 1989, pp. 279-91.
FELICE C., *La montagna e la pianificazione del territorio*, BIOS, 1991; LAZZARINI A., VENDRAMINI F., *La montagna veneta in età contemporanea storia e ambiente, uomini e risorse*, Atti convegno Belluno, 26-27 maggio 1989, Roma, Edizioni di storia e letteratura, 1991.
FESTI R., MARTINELLI C., *L'immaginario della montagna nella grafica d'epoca*, Ivrea, Priuli & Verlucca, 1996.

FORCHER M., *Zu Gast im Herzen der Alpen, Eine Bildgesichichte des Tourismus in Tirol*, Innsbruck, Haymon,1989.

FORMICHETTI G. (a cura di), *La montagna: percezioni, letture, interpretazioni*, Atti Convegno 1994, Roma, Università La Sapienza,1995.

GERAUX F., "La montagne comme lieu de la complexité", *Revue de géographie alpine,* Grenoble, 1989, pp. 307-323.

GNISCI A., "L'immagine della montagna nella letteratura", AA.VV., *Genius occursus. Genio dell'incontro,* Roma, Bulzoni, 1995, pp. 81- 91.

GORRIS R., "Letteratura e montagna", in AA.VV., *Montagne d'Italia,* Novara, De Agostini, 2002, pp. 298 - 310.

GUBERT R., "Metropoli peri-alpine ed area alpina: qualche modello di integrazione", *Atti convegno La città e la montagna*, Trento, Ed. Il fiore del Baldo, 1990, p. 23- 28.

GUICHONNET P., "La montagna nell'Europa dei Dodici", *Montagna oggi*, Roma, 11, 1989, pp. 29-34.

GUICHONNET. P., "Presentazione", CERUTTI A.V., *Cartographie et frontières des alpes accidentales du II siècle au XX siècle*, Aosta, Musumeci, 1988, pp. 7-11.

GUMUCHIAN H., MARIADEAU R., PERLIER G., "L'isolement en montagne: élements de réflexion", *Revue de géographie alpine,* Grenoble, 1989, pp. 305-325.

HOFER A., "Politica agricola in favore delle regioni montane della Svizzera", *Il Montanaro d'Italia,* Roma, 8-9, 1986, pp. 13-16.

HUBERT M.R., "La politica agricola in favore delle regioni di montagna in Austria", *Il Montanaro d'Italia,* Roma, 8-9, 1986, pp. 18-21.

ISNARD H., *Lo spazio geografico*, Milano, Angeli, 1980.

ISTAT, "La nuova ripartizione del territorio nazionale in zone altimetriche e regioni agrarie", *Atti XVII Congr. Geogr. it.,* Bari, 1957, vol.III, pp.28-37.

JOUTARD P., *L'invenzione del Monte Bianco*, Torino, Einaudi, 1993.

KNAFOU R., "L'évolution de la politique de la montagne en France", *L'Information géogr. apliqué ,* Parigi, 1985, pp. 53-62.

MAINARDI R., "Caratteristiche dell'organizzazione urbana nell'area alpina", AA.VV., *Città e regione in Europa*, Milano, Angeli, 1978.

MAJASTRE J.O., "La traversata delle apparenze", COTRAO, *L'uomo e le Alpi*, Torino, Vivalda, 1992.

MARCUZZI G., *Materiali per un'ecologia globale della montagna bellunese*, Belluno, Istituto Bellunese Ricerhe Sociali, 1995.

MARTINENGO E., "Comuni e Comunità montane, Regioni e Stato per la crescita dell'economia e della vita sociale in montagna", *Atti del 9° Congresso UNCEM*, Bologna, 1981, pp. 19-41.

MARTINENGO E., "Piani di sviluppo delle Comunità Montane e programmazione regionale", *Il Montanaro d'Italia*, Roma, 3, 1977, pp. 29-32.

MARTINENGO E., "Una politica per la montagna europea", *3° Conferenza Europea delle Regioni di Montagna*, Speciale Montagna oggi, 1994, pp. IV-XV.

MASETTI C., "L'esplorazione delle montagne italiane", AA.VV., *Montagne d'Italia*, Novara, De Agostini, 2002, pp. 264 - 276.

MORANDINI G. - DONÀ F., "Sulla definizione e identificazione di area montana", *Atti XIX Congr. Geogr. It.*, Como, 1964, vol.II, pp. 107-117.

ORI G., PELLEGRINI M., *Le origini dell'Appennino. La montagna*, Bologna, Federazione delle Casse di Risparmio e delle Banche del Monte dell'Emilia Romagna, 1989.

PEDRESCHI L., *I centri più elevati dell'Appennino. Tradizione e innovamento,* Bologna, Patron, 1988.

PRACCHI R., "I 'generi di vita' nella montagna italiana e loro recenti modificazioni",

Atti XIX Congr. Geogr. It., Como, II,1964, pp. 67-97.
PREAU P., "Tourisme et urbanisation en montagne: le cas de la Savoie", *Revue de géographie alpine*, Grenoble, 1982, pp. 137-51.
ROGER J., "Une nouvelle approche d'un espace fragile, la montagne", *Revue de géographie alpine*, Grenoble, 1984, pp. 311-321.
ROSSI E., "La cartografia per la montagna italiana ", AA.VV., *Montagne d'Italia*, Novara, De Agostini, 2002, pp. 276 – 286.
RUOCCO D. (a cura di), *Le Alpi. Barriera naturale, individualità umana, frontiera politica*, Bologna, Pàtron, 1990.
SALGARO S., "Il *peso* della naturalità nella percezione e nello sviluppo della montagna", BERNARDI R., SALGARO S., SMIRAGLIA C., *L'evoluzione della montagna italiana...*, op. cit., pp. 113-129.
SALGARO S., "Montagna percepita, montagna vissuta, montagna vera", *Geotema*, 8, 1998, pp. 205-225.
SALGARO S., VANTINI S., "Naturalità e condizionamenti antropici nelle Alpi. L'effetto frontiera nelle dinamiche territoriali di una regione di confine", *L'effet frontière dans les Alpes*, Aosta, La Vallée, 1992, pp. 138-174.
SCARAMELLINI G., *Montagne a confronto Alpi e Appennini nella transizione attuale*, Torino, Giappichelli, 1998
SCARAMELLINI G., *Montagne mediterranee, montagne continentali. Problemi e prospettive di sviluppo sostenibile nelle comunità e nei territori montani*, Guerini Scientifica, 1996.
STALUPPI C., "L'uomo e la montagna in Italia", *Studi e ricerche di Geografia*, Genova, 1980, pp. 195-207.
STALUPPI G., "L'uomo e l'alta montagna", DE MARCHI F. (a cura di), *L'uomo e l'alta montagna*, Milano, F. Angeli, 1979, pp. 9-34.
TABET D., *La montagna del Lazio. Caratteri e problemi socio-economici*, Roma, Officina, 1988.
TAPPEINER U., RUFFINI V.F., FUMAI M, *Hydrology, water resources and ecology of montains areas*, Bolzano, Accademia Europea di Bolzano, 1998.
TOMASI G., "L'evoluzione del pensiero naturalistico e protezionistico nel Trentino", *Atti Convegno La città e la montagna. Le relazioni oggi fra un'area di natura come il Monte Baldo e la società metropolitana*, Ed. Il fiore del Baldo, 1990, pp. 38 - 55.
UNCEM, *I Comuni montani d'Italia*, Roma, 1986.
VALUSSI G., "L'istituzione delle Comunità Montane", *La geografia nelle scuole*, 1973, pp. 161-168.
VERON F., "Eléments de réflexion sur la spécificité des systèmes spatiaux montagnards et leur gestion", *Revue de géographie alpine*, Grenoble, 1989, pp. 211-225.
VEYRET G., VERNER, "Aménager les Alpes: mythes et réalités", *Revue de géographie alpine*, Grenoble, 1971, pp. 5-62.
VEYRET P., VEYRET G., "Essai de définition de la montagne", *Revue de géographie alpine*, Grenoble, 1962, pp. 5-35.
VEYRET P., VEYRET G., "Tourisme et vie rurale en montagne: à propos d'un colloque national", *Revue de géographie alpine*, Grenoble, 1966, pp. 5-13.
VIAZZO P.P., *Comunità alpine. Ambiente, popolazione, struttura sociale nelle A1pi dal XVI secolo a oggi*, Bologna, il Mulino, 1990.
VITTE P., "Tourisme riche et montagne pauvre", *Revue de géographie alpine*, 1975, pp. 511-32.
YAUVERON A., "Les Alpes du Nord au troisième millénaire: une montagne sans montagnards?, *Revue de géographie alpine*, Grenoble, 1989, pp. 161-169.
ZUNICA M., "Ambiente e risorse umane nella montagna: l'assetto attuale e quello possibile", *Atti del convegno - Reggio Emilia 29 febbraio - 1 marzo 1980*, Roma, Multigrafica ed., 1983, pp. 57-63.

Bollettino dell'A.I.C., n. 117-118-119 / 2003

CARTOGRAFIA DELLA MONTAGNA EVOLUZIONE E INNOVAZIONE DELLA RAPPRESENTAZIONE

Giuseppe Motta (*)

(*) Già Direttore della Cartografia dell'Istituto Geografico De Agostini.

Introduzione

Come sappiamo, **la carta** è un documento delle condizioni fisiche e del popolamento di un territorio in una data epoca ma è anche **testimonianza della cultura delle popolazioni** che lo hanno abitato.

Molti Autori hanno sottolineato che la carta è una fonte eccezionale di informazioni a condizione che si sappiano interpretare e correlare adeguatamente i segni e i simboli con cui essa ci parla; una buona carta presenta con chiarezza anche caratteristiche del terreno che nelle immagini fotografiche si presentano confuse o in parte nascoste all'osservazione.

Il rilievo poi è una caratteristica della superficie terrestre di tipo continuo e tridimensionale e da ciò deriva la difficoltà della sua rappresentazione sulla superficie a due dimensioni della carta; bisogna aggiungere che la produzione di **buone carte**, soprattutto topografiche, dipende dalla qualità del rilevamento e della rappresentazione dei rilievi. (Traversi C., 1968)

Per ottenere buoni risultati è indispensabile anche una **conoscenza generale del terreno** acquisita a contatto della natura; segni e simboli sono tanto più eloquenti quanto più si è sperimentata sul campo la necessità di rendere in modo sintetico sulla carta la ricchezza, varietà e complessità delle configurazioni fisiche presenti in natura. Questo concetto è particolarmente valido per le carte topografiche più dettagliate ma non va sottovalutato anche per carte a grande denominatore. (Imhof E., 1951)

Nella cartografia delle zone montuose le forme del rilievo e la loro rappresentazione cartografica assumono particolare importanza ed in Europa la cartografia della montagna è singolarmente rappresentata da quella delle Alpi, pur non identificandosi ovviamente con questa. (Arnberger E., 1970)

È indubbio tuttavia che il sistema alpino, sia che venga considerato come elemento di separazione tra Nord e Sud Europa, sia come liaison tra le popolazioni dei due versanti, ha suscitato un interesse del tutto preminente, rispetto a più modesti rilievi, presso governi, uomini di scienza, turisti, alpinisti, geografi e cartografi.

Numerosissime sono le carte, sia sciolte che inserite in atlanti, che rappre-

sentano zone montuose e in particolare **la regione alpina** e le sue valli che, pur situandosi nel centro dell'Europa, fu **poco conosciuta sino al tardo settecento**; ciò a causa del **timore** reverenziale **che pervadeva la gente di montagna** nei confronti delle vette più elevate viste e sentite come luoghi ignoti e perciò stesso paurosi oltre che brulli e inospitali rispetto ai ricchi pascoli dei fondovalle. Solamente la curiosità di turisti e naturalisti e le spinte avventurose dei primi alpinisti gradualmente diffusero la conoscenza delle montagne contribuendo a mutare lentamente la prospettiva con cui precedentemente erano considerate dai montanari, favorendone anche la rappresentazione cartografica.

Alcuni esempi di carte di zone montuose

Per brevità e per le esperienze alpinistiche che ho vissuto fin dalla giovinezza, le mie esemplificazioni si riferiscono spesso alle Alpi e in particolare ai gruppi del Monte Rosa e del Monte Bianco; ma è ben ovvio che importantissimi esempi di cartografia della montagna riguarderebbero molte aree italiane per non parlare di tutto il resto della terra.

Mondo Classico e Medioevo

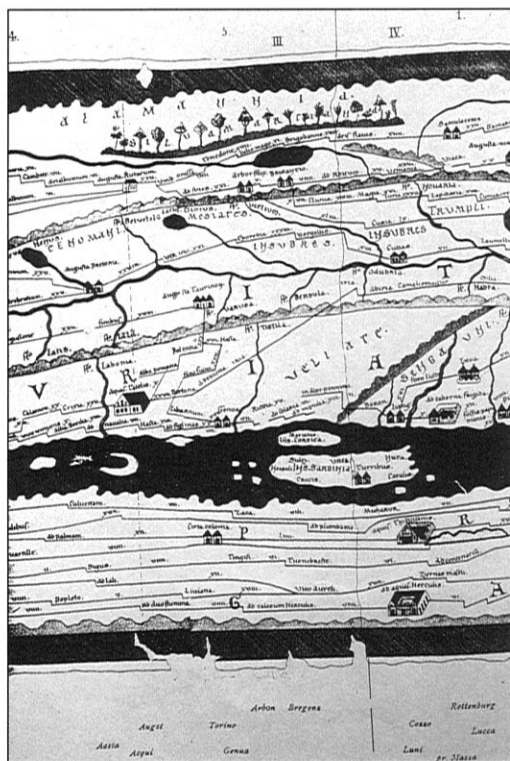
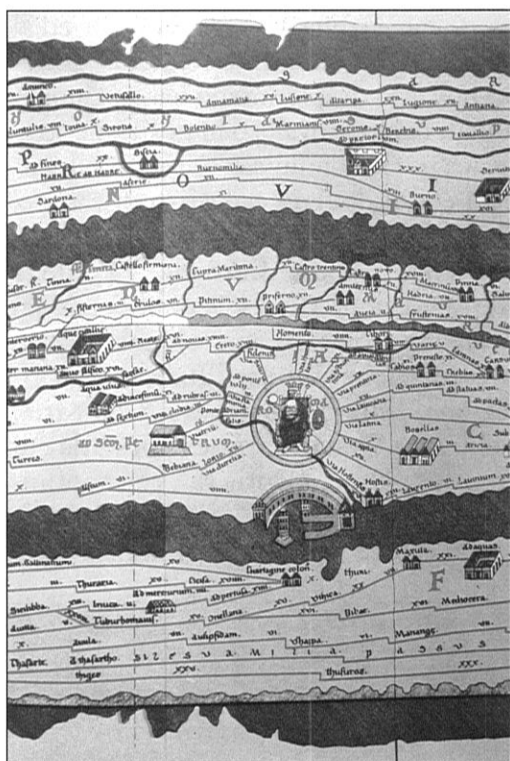
Come notazione generale si può affermare che **le carte più antiche sono permeate** fortemente **dall'immaginazione** dei loro autori mancando ancora qualsiasi regola o convenzione per la loro realizzazione. Da ciò dipendono sia i modi espressivi, talvolta legati a **credenze**, alla mitologia o a interpretazioni fantasiose della Bibbia, sia le dimensioni esagerate o estremamente ridotte con cui sono rappresentati i territori, le distanze tra le località, ecc.

La **"Tabula Peutingeriana"**, che verosimilmente deriva da più antichi documenti romani del IV secolo, è datata del XII secolo e contiene un ricchissimo repertorio di informazioni pratiche relative a strade e distanze tra le varie stazioni, "mansio".

L'orografia è rappresentata in modo essenziale e schematico evidenziando i principali allineamenti montuosi; laghi e corsi d'acqua sono indicati con segni assai marcati, come in uno schizzo redatto per promemoria.

D'altro canto lo scopo della carta era quello della odierna carta stradale e la rappresentazione di tutti i territori assoggettati dai Romani, dalla Spagna e dalla Britannia sino all'India e alla Cina, è contenuta nel formato assai pratico di 34 x 700 cm, comodo appunto per essere trasportata sotto forma di rotolo.

Comunque, la ricchezza delle informazioni relative ai percorsi stradali ne fa un documento unico perfino al confronto con le grandi opere cartografiche del Rinascimento.

Nelle carte medioevali si trova solamente qualche accenno ai rilievi terrestri, generalmente indicati con una successione di piccoli cumuli, poiché di fatto esse costituivano la visualizzazione delle conoscenze contemporanee in tutti i rami del sapere. Le mappe (mappa mundi significa "panno del mondo") nel tardo

TABULA PEUTINGERIANA, *copia medioevale di un originale del IV secolo.*

medioevo perdono le dimensioni dei testi a cui precedentemente erano associate e assumono grandi dimensioni tanto da essere utilizzate per adornare pareti di chiese o sale dei principi e in esse spesso sono enfatizzati eventi storici o luoghi in qualche modo legati agli interessi del committente o della dinastia locale. (Capello C.F., 1952)

Età moderna

Fondamentale per il recupero delle conoscenze geografiche antiche dopo la stasi medioevale fu la diffusione in Europa della **"Geografia" di Tolomeo**.

Dopo la prima edizione a stampa del 1477 l'Opera fu **ristampata** ripetutamente **con** l'aggiunta sempre più frequente di **nuove** e più aggiornate **tavole**, le "tabulae novae".

Tra queste è particolarmente rilevante la carta del Vallese, **"Valesiae Altera et VII Nova Tabula"**, inserita nella **edizione** pubblicata da **Sebastiano Munster** nel 1545.

Qui vi è una delle prime raffigurazioni delle Alpi Pennine con le indicazioni del Gran San Bernardo denominato "S. Bernhard" e di un "Mons Silvius" riferibile probabilmente al Passo del Teodulo.

I monti sono raffigurati mediante i loro profili, con un effetto quasi prospetti-

VALESIAE ALTERA ET VII NOVA TABULA, *inserita nella Geografia di Tolomeo, pubblicata nel 1545 da Sebastiano Munster.*

co, come in una visione dall'alto ed il paesaggio presenta foreste, fiumi, camosci nell'atto di spiccare un balzo; i luoghi abitati nei fondovalle o in posizione strategica per le comunicazioni sono evidenziati con il disegno evocativo di casette, chiese, torri ecc.

Nella **"Tabula Europae VI"** della stessa edizione del 1477 pubblicata dal Munster troviamo una singolare rappresentazione di tutta l'Italia con la citazione, sulla parte sinistra della carta, delle Alpi Graie, "Graeie Alpes", da cui scende la Dora, "Doria fl.", che confluisce nel Po, "Padus fl". (IGDA, 2001)

Le catene alpina e appenninica sono

TABULA *Europae VI, inserita nella Geografia di Tolomeo, pubblicata nel 1477 da Sebastiano Munster.*

rappresentate con una successione di cumuli, i cosiddetti **"mucchi"** o **"coni di talpa"** con l'ombra a sinistra, a tratteggio; sull'estremità superiore della Sicilia, "Siciliae Pars", è disegnato un monte da cui fuoriescono lingue di fuoco, l'Etna, "Mons Aetna".

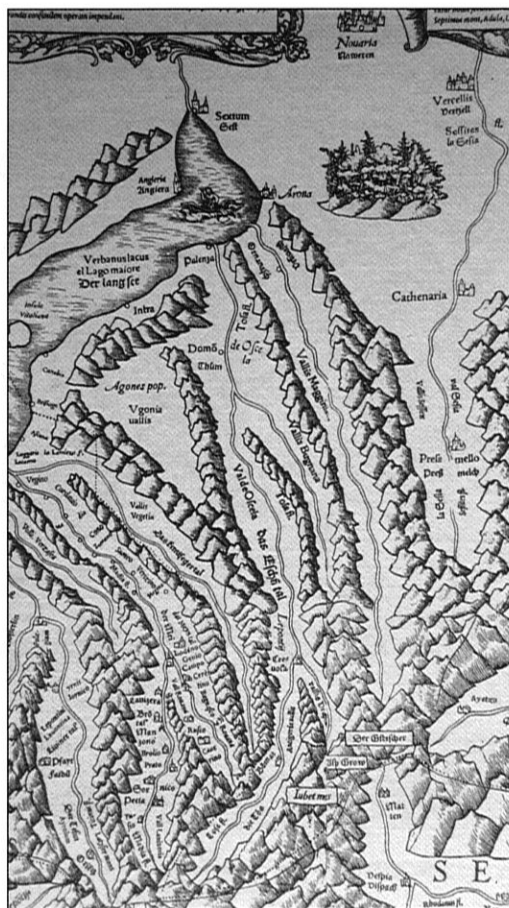
I corsi d'acqua sono disegnati con linee doppie ad andamento schematizzato; laghi e mari hanno la superficie tratteggiata.

Le località principali sono indicate con il nome e con il disegno di case e chiese di dimensioni diverse in funzione della loro importanza; è interessante notare che Aosta è indicata come "Augusta Ptoria" e Torino è denominata "Taurinu", forme che richiamano quelle latine di "Augusta Praetoria" e "Augusta Taurinorum".

In linea generale si può affermare che la carta per il contenuto e la distorsione delle forme è una rappresentazione ancora assai grossolana.

Un notevole passo avanti nella cartografia della montagna è rappresentato dall'opera dello svizzero **Aegidius Tschudi** di Glarus che, dotato di una no-

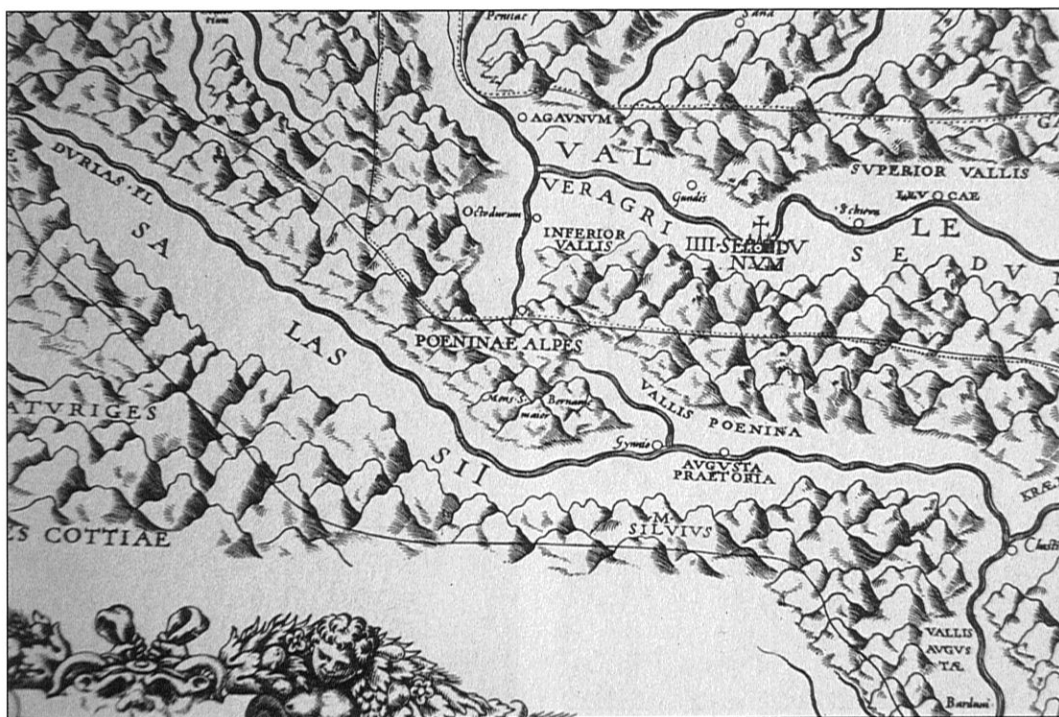
▲ ►

SVIZZERA, *di Aegidius Tscudi, del 1538 (Sud in alto).*

tevole preparazione scientifica, sviluppò scrupolose ricerche attraverso numerosi viaggi nelle Alpi e in particolare in Svizzera. (Grosjean G., 1971)

I dati raccolti servirono per la redazione di una carta della Svizzera del 1538 che successivamente fu copiata e rielaborata da molti.

La carta, di cui esiste un unico esemplare presso la biblioteca dell'Università di Basilea, reca il titolo **"Nova Rhaetiae Atque Totius Helvetiae Descriptio Per Aegidium Tschudum Glaronensem"** ed è orientata con il Sud in alto.

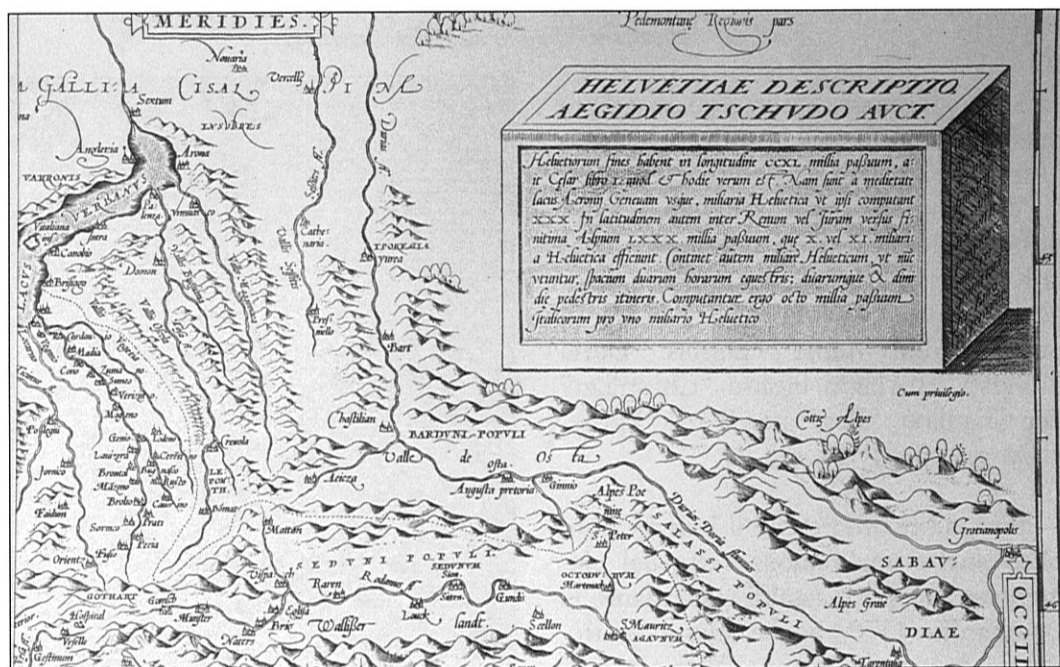
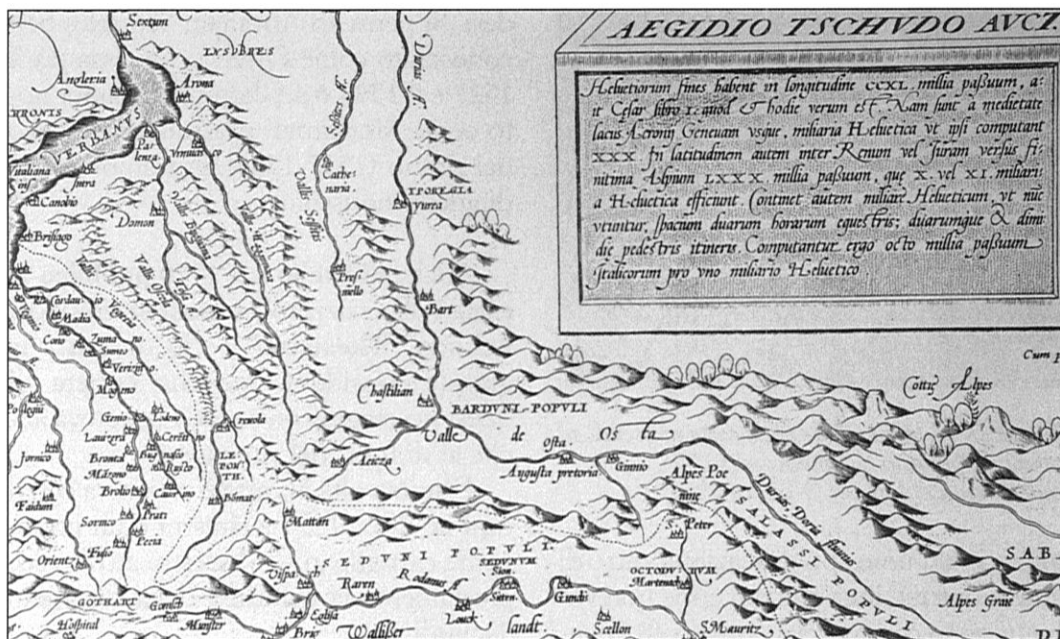
In essa il colle del Teodulo, che costituisce il passaggio dalla Valle d'Aosta al Vallese, è denominato "Der Gletscher" e più a Sud (in alto a destra sulla carta) vi è il toponimo "Ayeczo" (Ayas) e a lato la scritta "Das Kramertal" (valle dei mercanti). A Nord del passo, nel Vallese, vi è il toponimo "Matten" riferibile a Zermatt. Poichè la tradizione vorrebbe che la Kramertal si identifichi con la valle di Gressonney, si rileva la mancata rappresentazione della valle di Ayas peraltro richiamata dal toponimo "Ayeczo".

Alcuni anni dopo (1555) **Antonio Salamanca** rielaborò la carta di Tschudi ricavandone un'altra **carta della Svizzera**, questa volta però orientata con il Nord verso l'alto; essa fu **pubblicata da Antonio Lafrery** a cui si deve l'idea di racco-

SVIZZERA, *rielaborazione della carta di Tscudi ad opera di Antonio Salamanca nel 1555, pubblicata dal Lafrery (Nord in alto).*

SVIZZERA, *rielaborazione della carta di Tscudi ad opera di Antonio Salamanca nel 1555, pubblicata dal Lafrery (Nord in alto).*

gliere in un'unica pubblicazione carte di autori diversi, idea che poi ebbe notevole successo commerciale presso gli Olandesi. Si pensi ad Abraham Worteles ben conosciuto come Ortelio che visse tra il 1527 e il 1598 o a Gherardo Kramer noto come Mercatore, praticamente coevo del primo (1512-1594), entrambi autori di atlanti notissimi.

Anche **l'Ortelio** nel 1570 **pubblicò la carta** dello svizzero **Tschudi** inserendola **nel suo "Theatrum"** e ciò dimostra la grande considerazione che l'opera di questo cartografo svizzero riscuoteva anche al di fuori del suo paese.

Questa volta la carta è orientata con il Sud in alto e l'Est a sinistra e un imponente cartiglio in alto a destra attribuisce giustamente la paternità della carta allo Tschudi.

SVIZZERA, *rielaborazione della carta di Tscudi ad opera di Ortelio, del 1570 e inserita nel suo "Theatrum" (Sud in alto, Est a sinistra)*

SVIZZERA, *rielaborazione della carta di Tscudi ad opera di Ortelio, del 1570 e inserita nel suo "Theatrum" (Sud in alto, Est a sinistra)*

La toponomastica ripete quasi sempre quella della carta originaria e ritroviamo "Aiecza" e "Matten" per Ayas e Zermat.

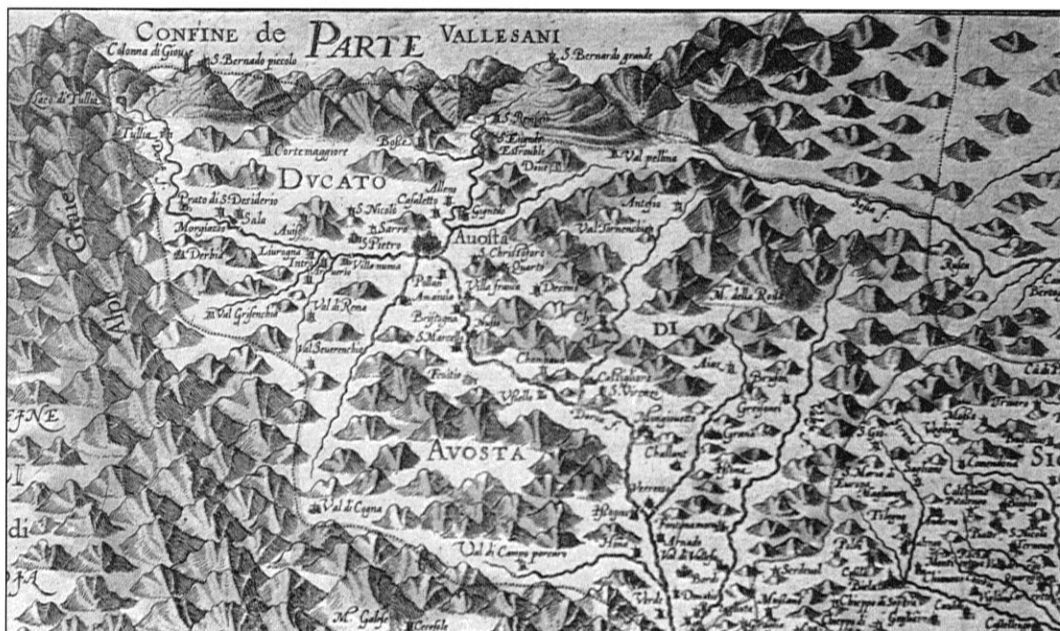
Vi sono però anche delle interessanti differenze: ad esempio, non è più citata la Kramertal, Aosta è denominata "Augusta pretoria-Osta", la "Valle de Osta" è percorsa dal fiume "Durias, Doria fluuius". Troviamo inoltre "Chastilian" per Chatillon, "Bart" per Bard, "Yporegia-yurea" per Ivrea, ecc.

Bisogna ricordare che il **Lafrery pubblicò anche una famosa carta del piemontese Jacopo Gastaldi riguardante la Lombardia** (1570), anche questa caratterizzata da una figurazione dei monti mediante il disegno dei loro profili che danno un'impressione di prospettiva dall'al-

LOMBARDIA *di Jacopo Gastaldi, del 1570, pubblicata dal Lafrery.*

to; qui le forme sono più arrotondate e la carta è ricca di informazioni su abitati (es. "Osta", "Nus", "Bard" ecc.), valli (es. "Valle Pelina", "Val d'Osta" ecc.), fiumi (es. "Doira bautia", "Stura" ecc.), laghi ("Lago di Geneva", "Lago Maggiore").

Più numerosi sono i toponimi che si trovano nella carta dal titolo **"Piemonte et Monferrato"** (1620) **di Giovanni Antonio Magini** dove si può riscontrare la corretta posizione del Monte Rosa, "Monte della Roisa" alla testata della Valle d'Ayas, "Aiaz", e la citazione della località di "Cortemaggiore" cioè Courmayeur; secondo Aliprandi e Pomella (1974) questa è la prima volta che la località è citata in cartografia.

◄▼
PIEMONTE ET MONFERRATO, *di Giovanni Antonio Magini, del 1620.*

Colgo l'occasione per segnalare l'eccezionale lavoro di ricerca compiuto dai suddetti Autori sulla cartografia alpina; nelle loro Opere ho ritrovato importanti informazioni.

In questa carta sono presenti altre interessanti notazioni come "S. Bernardo Piccolo" e "S. Bernardo Grande" (i due passi oggi detti Piccolo e Gran S. Bernardo).Troviamo inoltre la denominazione "Prato di S. Desiderio" per l'odierna Pre-St. Didier e la corretta rappresentazione della valle d'Ayas con le località di "Verrez" (Verres) all'inizio e poi "Challant" (Challand), "Bruson" (Brusson) e "Ayaz" (Ayas).

Nella **carta dell'Italia di Gerardo Mercatore** del 1578 (342x482 mm) le catene alpina e appenninica sono rappresentate con una serie di piccoli coni allineati lungo l'asse dei due sistemi montuosi e con l'ombra a destra.

Lungo la catena alpina troviamo le denominazioni dei diversi settori, "Maritimae Alpes", "Cotie Alpes", "Graie Alpes"..mentre, lungo la catena appenninica troviamo ripetuto varie volte il nome "Apenninus mons". (Borri R., 1999)

Con forme semplificate ma in posizione abbastanza corretta sono rappresentati due soli laghi, il "Larius lacus" e il "Benacus lacus" (rispettivamente i laghi di Como e di Garda).

Come nelle carte coeve, la penisola italiana è rappresentata con una estensione esagerata nel senso della longitudine e ridotta nel senso della latitudine per cui ne risulta una forma schiacciata nel senso Nord-Sud.

Anche qui le principali località abitate sono rappresentate con il disegno di case e campanili di varie dimensioni.

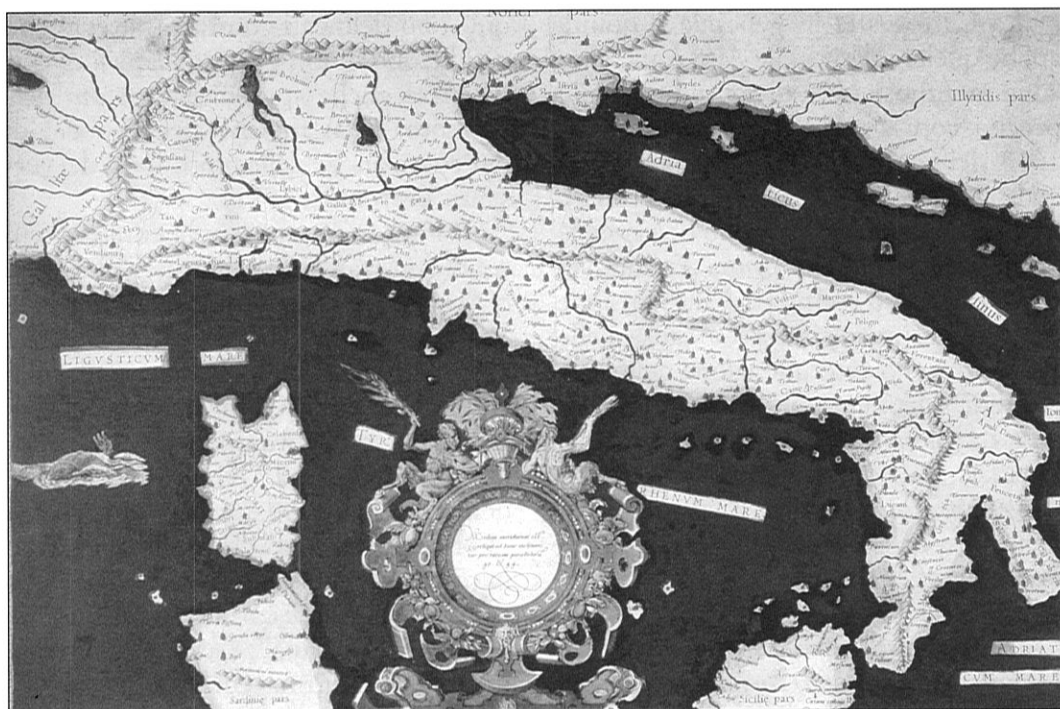
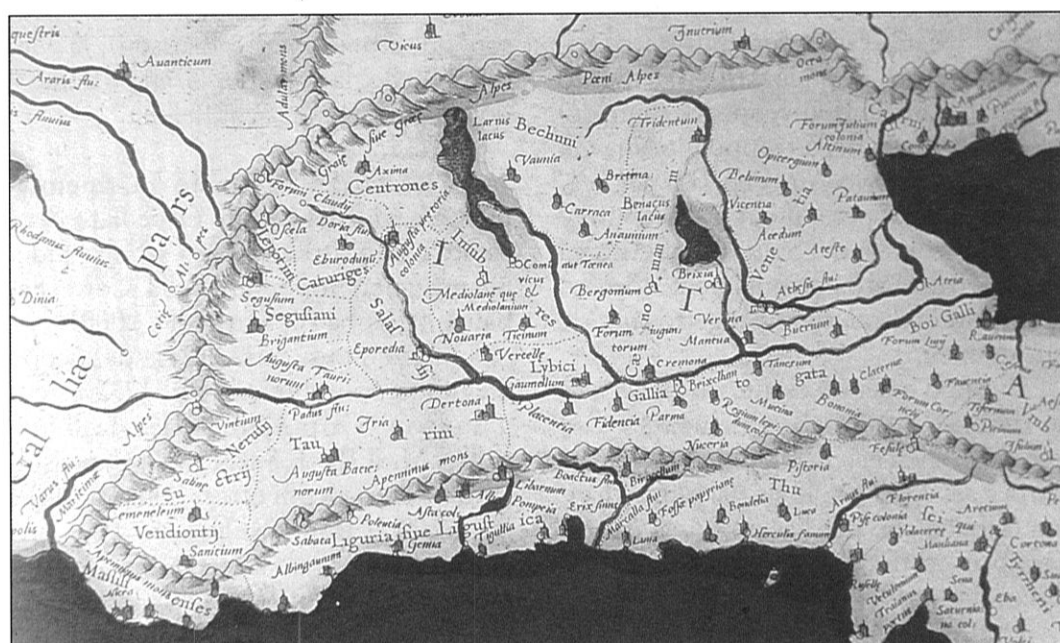
Complessivamente la rappresentazione è decisamente più dettagliata e veritiera rispetto, ad esempio, alle "tabulae" pubblicate dal Munster.

Come si è visto, nelle carte fin qui citate si possono rilevare delle discordanze dovute ai fattori più diversi, primo fra tutti l'acquisizione delle informazioni in modo empirico, senza l'ausilio di adeguati strumenti e in un clima ancora permeato da limitate conoscenze scientifiche.

Confronti approfonditi tra le varie carte mettono in evidenza notevoli differenze nel posizionamento dello stesso centro abitato o nel disegno dello stesso corso d'acqua , come fanno puntualmente rilevare Aliprandi e Pomella (1974).

Ma è interessante notare che, già **nel 1500-1600, i cartografi autori** di carte originali **erano relativamente pochi**, mentre **abbondavano le riutilizzazioni**, gli scambi e **le rielaborazioni** di disegni o di rami già incisi.(Palagiano C., Asole A., Arena G., 1984)

Inoltre, nel corso degli anni, si andavano sviluppando organizzazioni e **ditte per il commercio** di atlanti e carte, ed il **lavoro di compilazione delle carte diveniva anche di tipo "redazionale"**, cioè basato su informazioni ricevute da terzi e non raccolte direttamente dall'autore.

In conseguenza, **le grandi raccolte di carte**, come quelle di Lafrery, dell'Ortelio o del Bleau (o Blauw o Blaeuw), contenendo disegni di autori diversi**, talvolta accostano nella stessa opera informazioni discordanti** relativamente agli stessi luoghi.

▲ ITALIA, *di Gerardo Mercatore, del 1578.* ▼

La Cartografia in generale e quindi anche quella relativa alle Alpi e alle altre zone montuose potè divenire molto più precisa con la scoperta di Galileo, nel 1610, dei satelliti di Giove che permise la compilazione di tavole per la determinazione delle longitudini. Sono ben note le errate valutazioni che prima d'allora venivano fatte, ad esempio, dell'estensione del Mediterraneo proprio a causa delle difficoltà nella determinazione delle longitudini. Mediante tali tavole, perfezionate da Cassini nel 1668 e gli studi del De Lisle, i cartografi francesi diedero un considerevole contributo al miglioramento geometrico delle rappresentazioni cartografiche.

Negli stati di Savoia spicca l'opera di **Giovanni Tommaso Borgonio** che nel 1680 realizzò la grande carta in quindici fogli degli stati di Savoia all' 1:190 000 circa, nota come la **"Carta di Madama Reale"** (Maria Giovanna Battista di Savoia-Nemours, dopo la morte del marito Carlo Emanuele II, divenne reggente degli stati a causa della troppo giovane età del figlio Vittorio Amedeo II); per realizzare quest'Opera, il cui titolo esatto è "Carta Generale de' Stati di Sua Altezza Reale", egli visitò personalmente l'intero territorio dedicando al progetto tutte le sue energie.

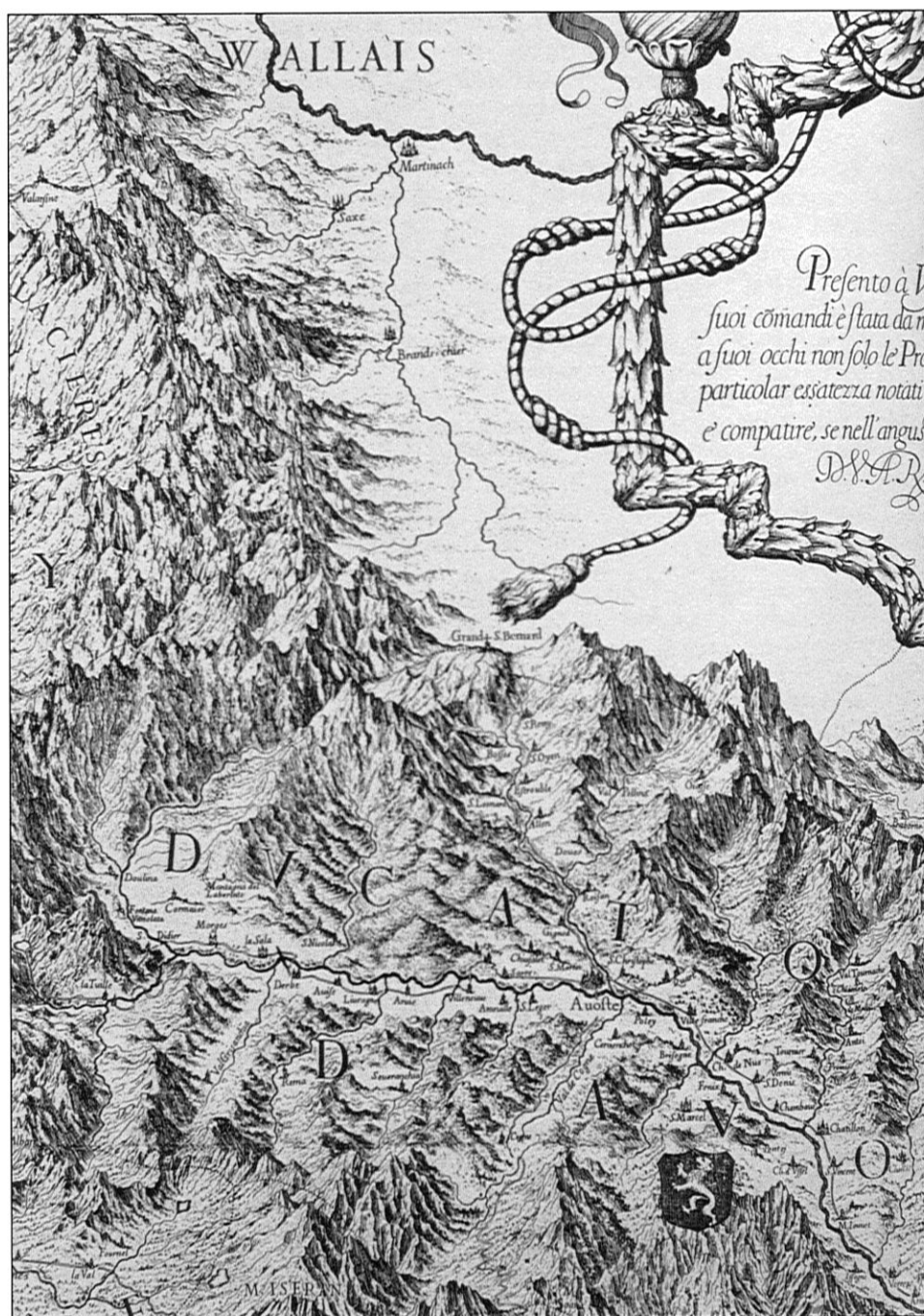
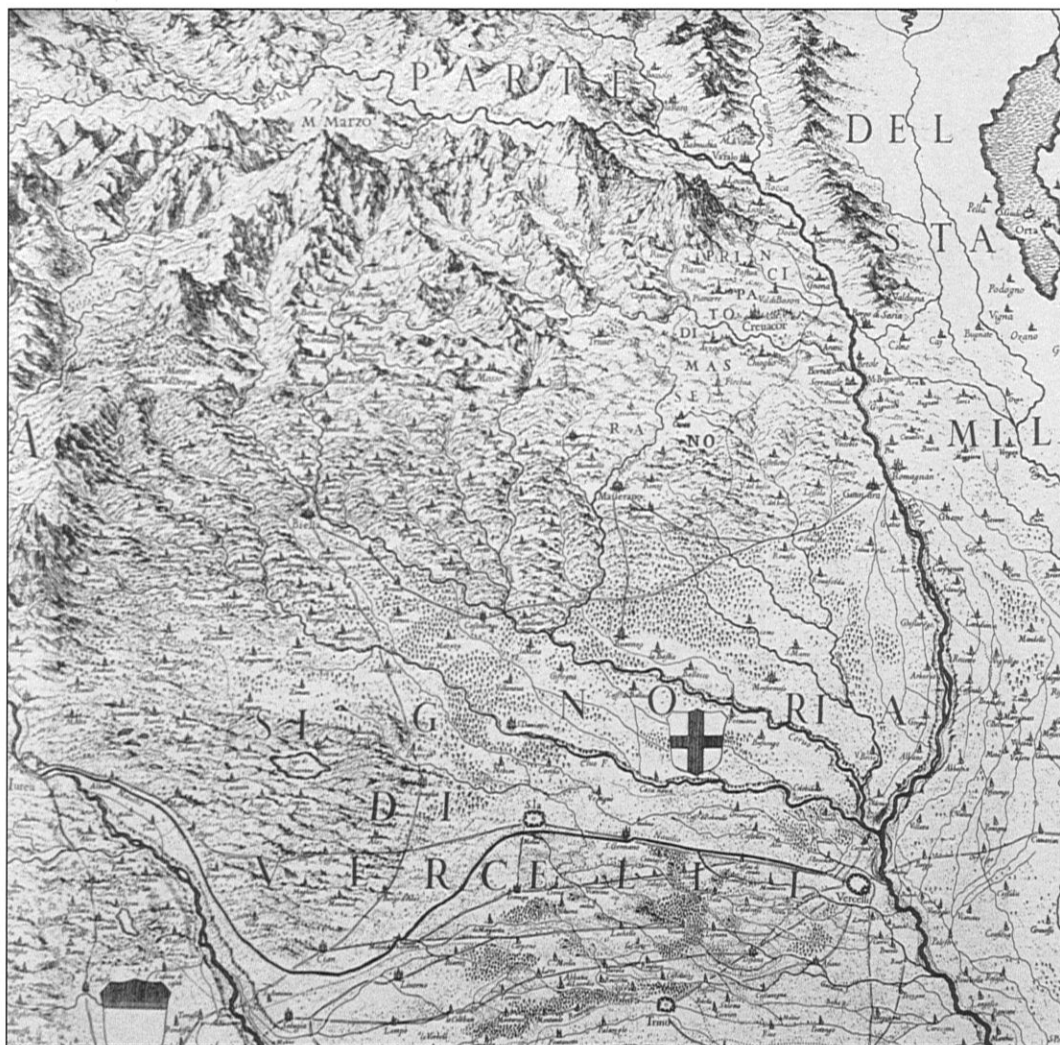
Pur non essendo esente da errori nelle distanze reciproche dei luoghi o, ad esempio, nell'estensione delle valli, la carta è assai pregevole sia dal punto di vista estetico che per l'accuratezza del disegno e costituisce il superamento dei precedenti canoni grafici.

I gruppi montuosi e le singole vette qui sono delineati con fitti tratteggi che producono ombreggiature capaci di evidenziare anche speroni e canaloni nell'intento, assai riuscito per l'epoca, di dar conto anche della morfologia dei versanti.(Barrera F., 1991)

È interessante notare la cura con cui sono registrati i toponimi nell'alta valle d'Aosta dove s'incontrano la val Veni e la Val Ferret; qui è indicato "S. Didier", cioè l'attuale Pre-S.–Didier, che sulla carta del Magini figurava come Prato di S. Desiderio. Courmayeur è indicata come "Cormaior"e a Ovest, in corrispondenza di Pallusieux, vi è il toponimo "Fontana vitriolata" che ricorda le acque minerali che sgorgano in vari punti della zona. Più a monte è indicato persino l'abitato di "Doulina", l'attuale Dolonne, frazione di Courmayeur.

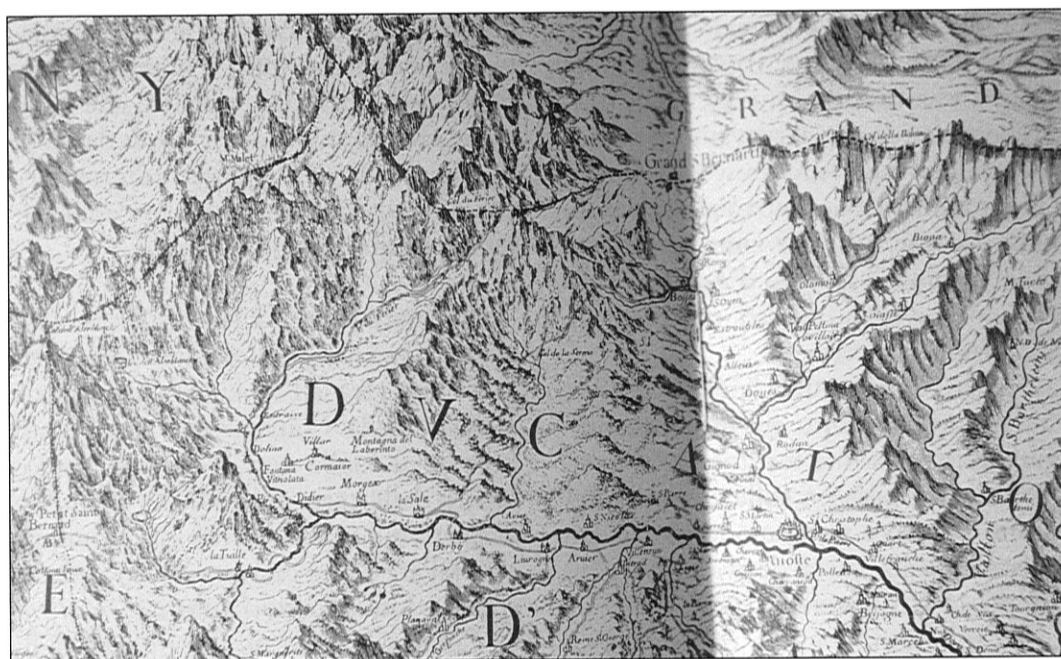
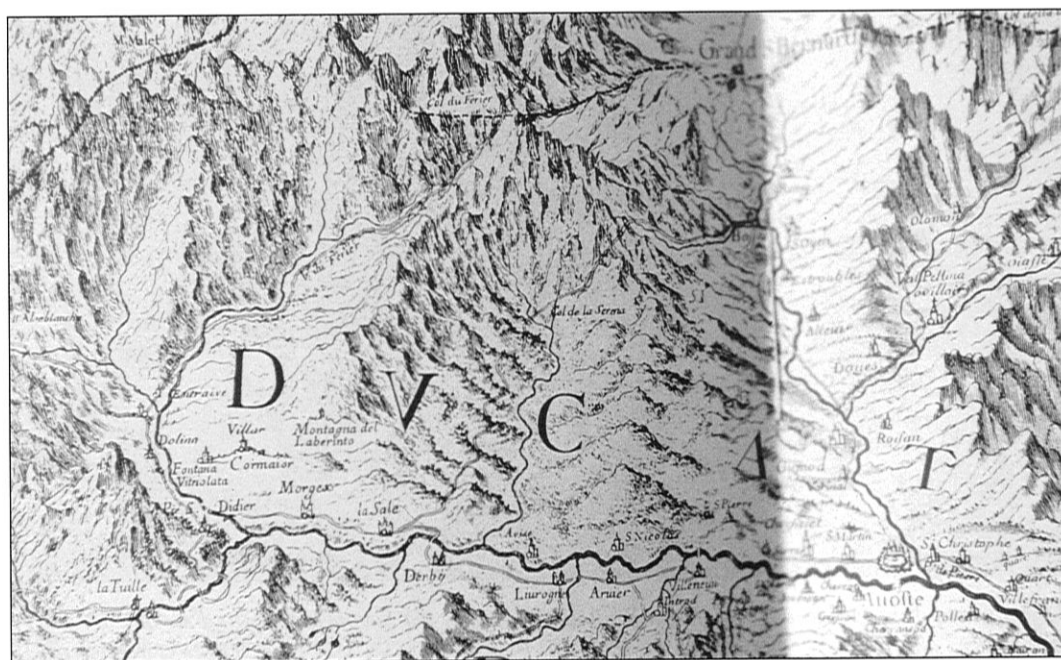
Sono inoltre rappresentate correttamente le valli di Gressoney, "Grassonej", d'Ayas con gli abitati di "Aiaz"e "Bruson"(gli attuali Ayas e Brusson), la Valtournenche, la valle del Gran S. Bernardo e la Valpelline, "Val Pellina".

La carta del Borgonio fu ripetutamente aggiornata ed in particolare deve essere citato il rifacimento ad opera degli ingegneri topografi della Corte Sabauda.(Comba R., Sereno P., 2002)

Questa nuova carta, incisa da Jacopo Stagnone, fu pubblicata nel 1772 e reca il titolo di **"Carta Corografica degli Stati di S.M. il Re di Sardegna".** Qui risultano corretti alcuni errori della carta del Borgonio e la notevole considerazione che essa riscuoteva a quel tempo è testimoniata dal fatto che sembra essere servita ancora ai generali di Napoleone per

Carta di Madama Reale *(Carta degli Stati di Savoia), di Giovanni Tommaso Borgonio, del 1680.*

CARTA DI MADAMA REALE *(Carta degli Stati di Savoia), di Giovanni Tommaso Borgonio, del 1680.*

la preparazione della battaglia di Marengo del 1800.

Dopo la caduta dell'Impero Napoleonico furono realizzate numerose altre carte che interessano l'arco alpino e tra queste, d'importanza fondamentale, è la **"Carta degli Stati di Sua Maestà Sarda in Terraferma"** in sei fogli all'1:250 000 pubblicata nel 1841.

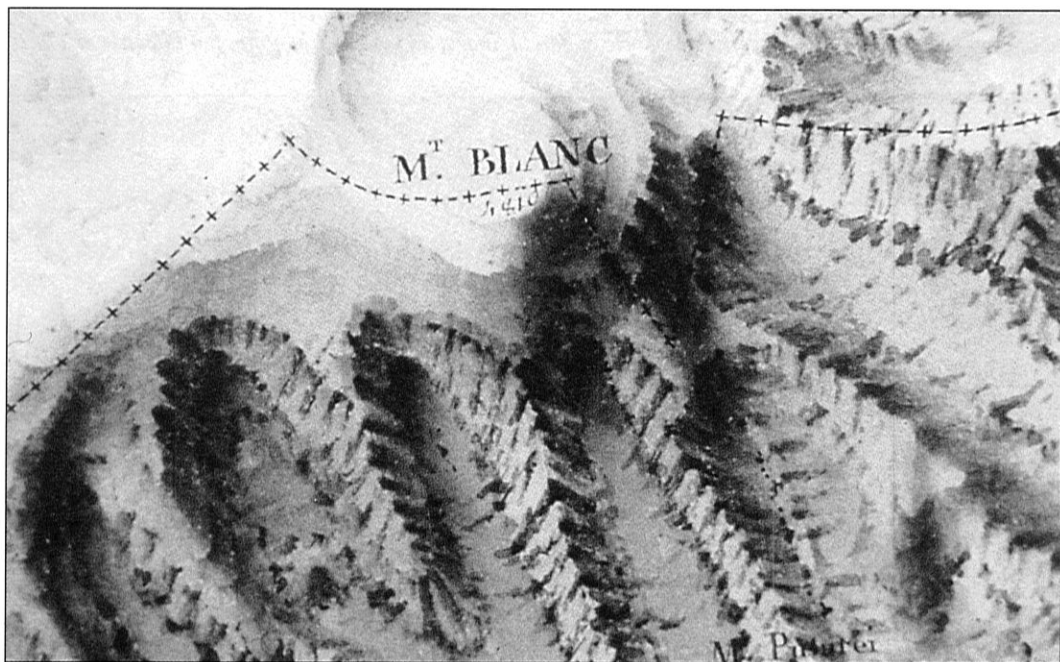
Quest'Opera, considerata dal Mori (1922) un vero capolavoro per la precisione topografica e la finezza dell'incisione, si basava su circostanziati rilevamenti eseguiti precedentemente.

▲ CARTA COROGRAFICA DEGLI STATI DI S.M. IL RE DI SARDEGNA, *rifacimento della carta del Borgonio*
▼ *ad opera degli ingegneri topografi della Corte Sabauda, incisa da Jacopo Stagnone, pubblicata nel 1772.*

Il confine tra Italia e Francia

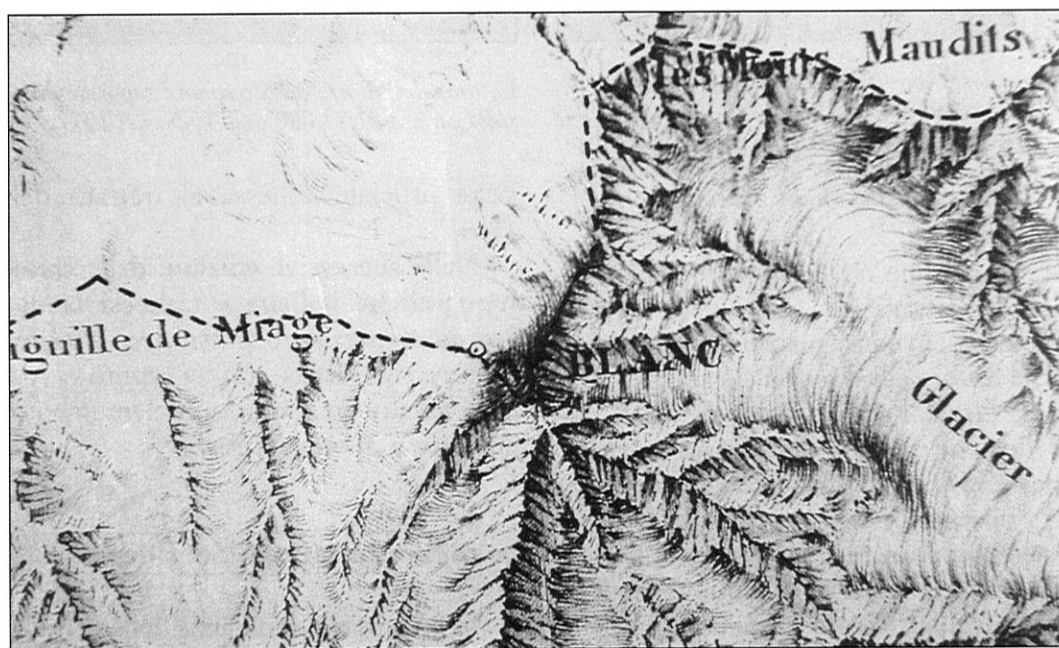
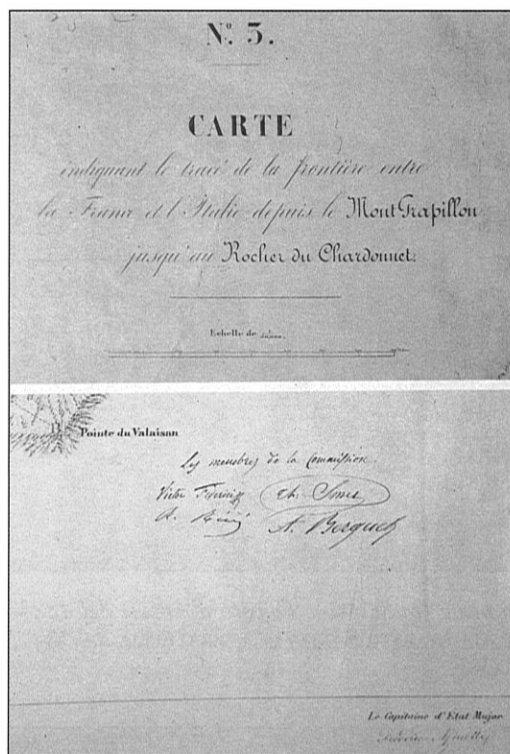
Nel 1823 l'Ufficio Topografico del Corpo di Stato Maggiore Generale Sardo aveva dato corso al rilevamento topografico degli Stati Sardi in scala 1:50 000 e in particolare alla preparazione dei **disegni manoscritti delle zone di confine tra la Savoia e il Ducato d'Aosta**; a questi lavori avevano preso parte anche commissari francesi.

Su detti documenti la linea di confine, che in quel momento **era un limite amministrativo** tra due territori del Regno di Sardegna, **passava sulla sommità del Monte Bianco** e in tal modo perciò era registrata sulla carta derivata al 1:250 000 del 1841.(Barrera F.,1989)

Mi soffermo in modo particolare su questa carta per ricordare la disputa relativa al confine tra Italia e Francia in corrispondenza del Monte Bianco che è stata oggetto di approfonditi studi da parte di cerreti A.V. (1988) e degli Aliprandi L. e G. (2000) nel corso di vaste ricerche effettuate sulla cartografia alpina.

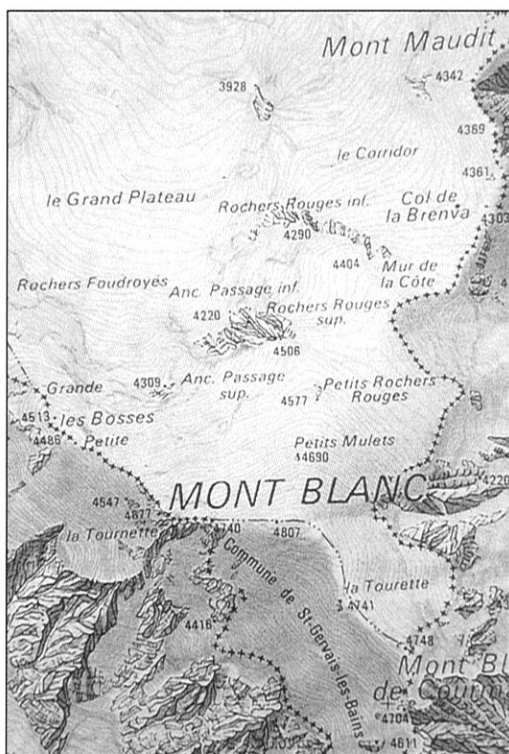
Il 7 marzo 1861, a Torino, si concluse la Convenzione per il delineamento della frontiera tra la Francia e la Sardegna e al testo della Convenzione fu allegato proprio il foglio con il disegno manoscritto della carta all'1:50.000, di cui ho detto prima, e sottoscritto dai Commissari italiani e Francesi autorizzati dalle rispettive loro superiori autorità.

Come si è detto, su tale disegno la li-

Rilevamento Topografico degli Stati Sardi (zona di confine tra Savoia e Ducato d'Aosta) del 1823, servito per l'allestimento della CARTA DEGLI STATI DI SUA MAESTÀ SARDA IN TERRAFERMA *del 1841.*

Rilevamento Topografico degli Stati Sardi (zona di confine tra Savoia e Ducato d'Aosta) del 1823, servito per l'allestimento della CARTA DEGLI STATI DI SUA MAESTÀ SARDA IN TERRAFERMA *del 1841.*

Particolari della suddetta carta del 1841.

Firme dei Commissari italiani e francesi sui rilevamenti manoscritti del 1823 allegati alla Convenzione del 1861 (su tali rilevamenti topografici la linea di confine tra Francia e Italia passa sulla sommità del Monte Bianco).

La zona del Monte Bianco come è rappresentata sulla carta all'1:25 000 dell' IGN, del 1977.

nea di confine tra la Savoia e il Ducato d'Aosta passava sulla sommità del Monte Bianco ma **in conseguenza della cessione della Savoia alla Francia** (II guerra d'Indipendenza, Pace di Zurigo del 1859) **tale linea** di confine **diviene automaticamente la linea di confine tra i due stati**.

Successivamente, nel 1865 **la Francia eseguì un altro rilevamento** cartografico del Monte Bianco e nella nuova carta **la sommità del Monte Bianco** fu posizionata **interamente in territorio francese** senza tener minimamente conto della carta ufficiale annessa al trattato del 1861.

Nelle successive edizioni delle carte topografiche italiane e francesi la discordanza persiste e, purtroppo, bisogna rilevare che l'Italia non ha saputo o voluto reagire in modo sufficientemente energico a questo sopruso.

La rappresentazione del rilievo

In quanto testimonianza della cultura di una certa epoca, la carta è anche espressione viva dei modi diversi di de-

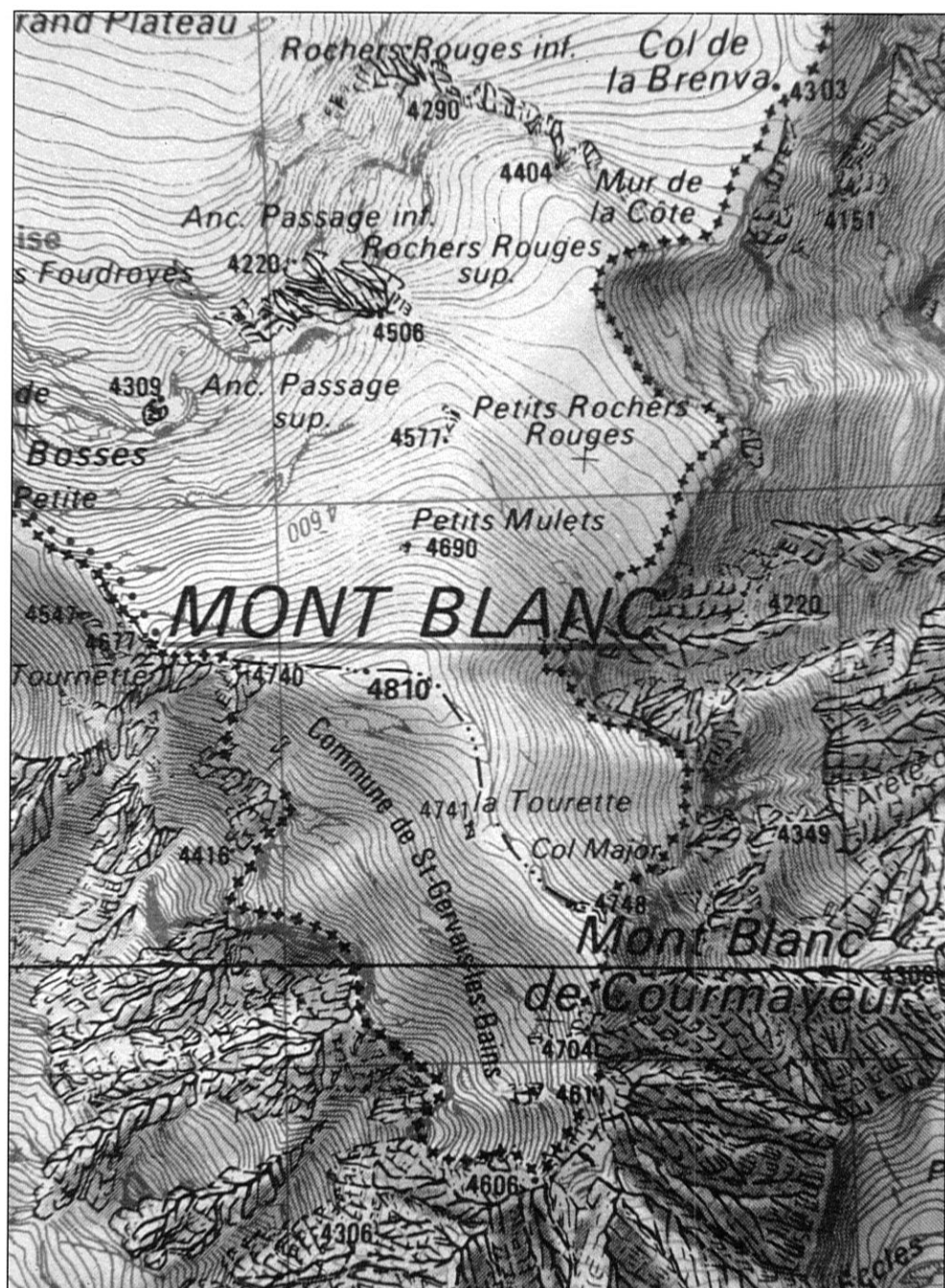
La zona del Monte Bianco come è rappresentata sulla carta all'1:25 000 dell'IGM, del 1988.

scrivere la superficie terrestre in funzione del progressivo evolversi della scienza in campo geografico e cartografico, sia sul piano teorico che applicativo. Chiare testimonianze di ciò si possono trovare ad esempio nella toponomastica o, come qui più ci interessa, nella rappresentazione del rilievo.

Come già si è potuto notare dall'osservazione delle carte prima citate, nell'antichità i rilievi erano rappresentati con i cosiddetti "mucchi di talpa" o "coni di talpa" eventualmente allineati secondo l'andamento della catena montuosa; inizialmente con forme uniformemente tondeggianti e in tempi successivi con il contorno più o meno articolato per dar conto della diversità dei profili.

Nel **sedicesimo secolo** questi **simboli** raffiguranti i rilievi sono **arricchiti da tratteggi** che producono ombreggiature in generale situate sul pendio, di fronte o a destra, quasi a simulare una illuminazione dall'alto, a sinistra.

In certe carte poi, la successione di detti cumuli si sviluppa dal fronte verso la parte alta della carta dando l'impressione di una visione a volo d'uccello e gli abitati sono rappresentati con simboli evocativi di case, chiese e campanili collegati da strade disegnate con tratti a due linee.

Altri sistemi di minore importanza, tal-

La zona del Monte Bianco come è rappresentata sulla "Carte de randonnée" all'1:25 000 dell'IGN, del 2002.

volta utilizzati ancor oggi in testi e riviste, per dare indicazioni speditive e schematiche dell'andamento dei rilievi sono le rappresentazioni "a spina di pesce" o "al tratto forte".

Il lumeggiamento zenitale

Nel 1799 il topografo sassone **Johann Georg Lehmann**, per rappresentare i rilievi propone un sistema di **ombreggiatura** prodotta da una illuminazione degli stessi proveniente dallo zenit, la cosiddetta **illuminazione zenitale**. In questo caso la luce incidendo verticalmente sui pendii di un monte produce un'ombra tanto più scura quanto maggiore è l'inclinazione del versante.

L'ombreggiatura è ottenuta mediante tratteggi che hanno lunghezza tanto maggiore quanto minore è l'inclinazione del versante, spessore crescente proporzionalmente a detta inclinazione e fittezza diversa in relazione alla scala della carta, andando da circa 10 a 60 tratti per centimetro. Si tratta quindi di un sistema eminentemente geometrico poiché tiene conto esclusivamente dell'inclinazione dei versanti e non della loro esposizione alla luce solare.

Il metodo, sintetizzabile con la formula **"tanto più inclinato, tanto più scuro"**, conferisce plasticità al rilievo ma il suo valore è scarso considerando che pendii verticali dovrebbero essere praticamente neri e pendii con la stessa inclinazione avrebbero la stessa ombreggiatura indipendentemente dalla loro posizione rispetto al sole.

Il Lehmann propose anche una scala di valori con cui rappresentare le ombre relativamente a inclinazioni tra 0° e 45°; al di sopra di tale valore ritenne di non doversi rappresentare l'ombreggiatura trattandosi di terreni troppo vicini alla verticale.

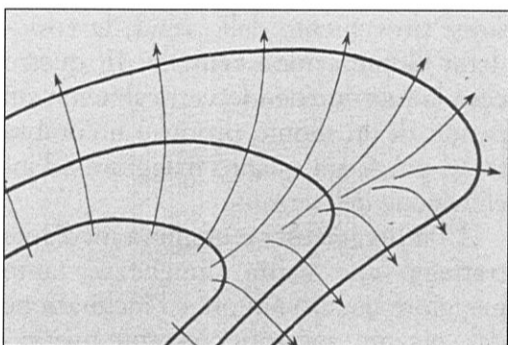
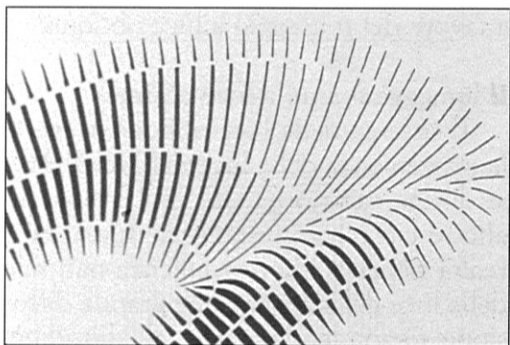
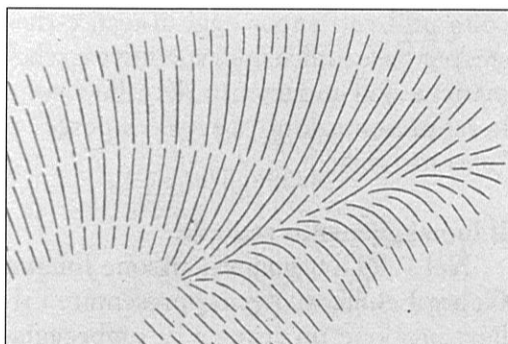
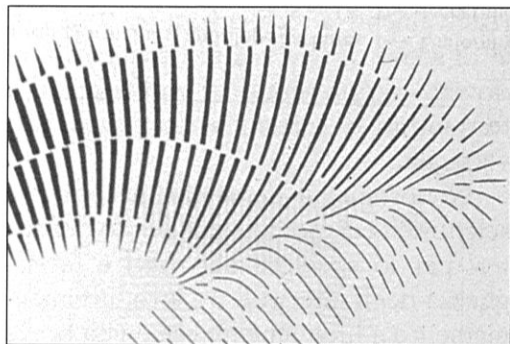
Nonostante il desiderio di conferire scientificità al metodo stabilendo dei criteri per lo spessore dei tratti e la larghezza degli intervalli tra loro, il lumeggiamento a luce zenitale ebbe vita breve e venne progressivamente abbandonato a favore del tratteggio a luce obliqua.

Il lumeggiamento a luce obliqua

Il sistema della luce obliqua prevede la provenienza della **luce dal Nord Ovest** di una carta orientata con il Nord in alto, e ciò è manifestamente fuori dalla realtà rispetto alla provenienza naturale della luce del sole ma ebbe grande diffusione rispondendo anche all'abitudine, parimenti diffusa, di usare soprattutto la mano destra per il disegno.

Le norme contemplano che i tratti cuneiformi siano sempre disposti secondo le linee di massima pendenza e inoltre siano di lunghezza progressivamente maggiore e di spessore minore con il diminuire della pendenza.(Wessely V., 1908)

Il lumeggiamento a luce zenitale fu adottato per la carta della Francia all'1:80 000 iniziata nella prima decade del 1800 mentre le carte dello stesso periodo allestite dagli Uffici Topografici di Napoli e del Piemonte adottarono il tratteggio a luce obliqua.

Con quest'ultimo sistema è fatta la carta topografica del Regno di Napoli alla scala di 1:111 000 in 31 fogli realizzata dal Rizzi-Zannoni tra il 1788 e il 1806,

Norme per il disegno del tratteggio.

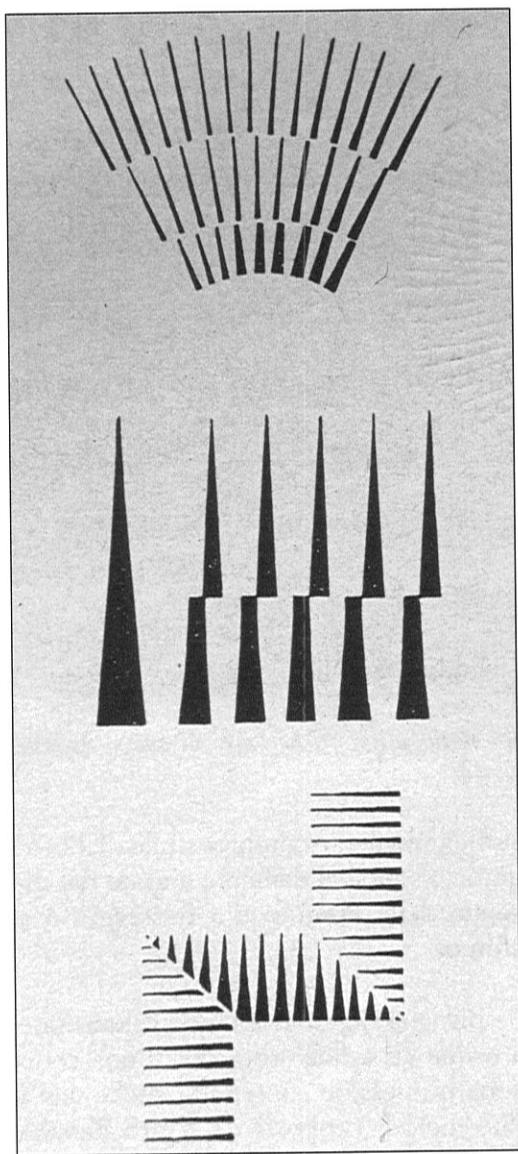
meglio conosciuta sotto il nome di "Atlante geografico del Regno di Napoli". (Valerio V., 1993)

Con **lumeggiamento a luce obliqua** è anche il tratteggio con cui è rappresentata l'orografia nella **"Carta di S.M. Sarda in terraferma"** alla scala di 1:250 000 pubblicata nel 1841, già citata.

Lo stesso sistema fu adottato nella famosa carta della **Svizzera all'1:100 000 di Giuillaume Henri Dufour**, pubblicata tra il 1844 e il 1864.

Nonostante che il tratteggio con lumeggiamento a luce obliqua sia irreale, il sistema è così penetrato nell'uso (come succederà per lo sfumo con lo stesso sistema di illuminazione dei rilievi), che una diversa provenienza della luce produrrebbe nel comune osservatore la sensazione di una inversione del rilievo, la cosiddetta pseudoscopia.

Una variante al suddetto sistema è quello denominato "a luce mista", usando cioè la luce zenitale per tutti i pendii e la luce obliqua per le creste; questo metodo fu applicato per la Carta Topografica del Regno d'Italia all'1:100 000

Con gli inizi del 1900 si diffonde l'uso della pietra litografica in sostituzione delle lastre di rame per l'incisione delle carte geografiche e la stampa litografica contribuisce notevolmente all'espansione dell'editoria geografica e cartografica.

Particolare della forma dei tratteggi.

Le isoipse

Intanto andava diffondendosi con grande rapidità un nuovo sistema di rappresentazione dei rilievi mediante isolinee denominate isoipse.

Va ricordato che la conoscenza delle **potenzialità insite nel concetto di isolinea** o isaritma fu **favorita dallo scienziato Alexander Friedrich Heinrich von Humboldt** (1769-1859) il quale, per primo, agli inizi del 1800, introdusse le isoterme per lo studio comparato dei climi.

Non possiamo certamente qui diffonderci nella descrizione dei metodi per la costruzione delle isoipse né nell'analisi del loro uso in topografia e cartografia: si tratta di capitoli fondamentali presenti in trattati specializzati; qui preme sottolineare solamente che esse permettono una precisa e geometrica rappresentazione del rilievo, specialmente alle grandi scale.

Le tinte altimetriche

Nel caso delle carte a piccola scala le isoipse perdono il loro vero significato per divenire solamente delle linee separatrici di zone a quote mediamente diverse assumendo quindi la funzione di limite tra le diverse tinte altimetriche.

È questo un altro importante settore di studio in cui entrano prepotentemente in gioco le **convenzioni e le tradizioni** che permeano il lavoro di preparazione delle carte. A titolo esemplificativo si possono citare i capitoli che riguardano: tinte ipsometriche, contrasti nella sequenza dei colori, gradazioni basate sul **principio dell'aumento dei toni scuri** con il crescere dell'altitudine, gradazioni che invece si basano sul **principio inverso del "più alto, più chiaro"** ecc.

In tutte le carte, e in particolare in quelle relative a zone montuose, i colori o le tonalità di uno stesso colore, lo spessore e il colore delle curve di livello o gli altri metodi per rappresentare il rilievo

Montagna rappresentata con il tratteggio e le tinte altimetriche nel Grande Atlante Geografico dell'Istituto Geografico De Agostini, del 1922.

giocano un ruolo molto importante nel dare valore ed espressività alla carta e sono state oggetto di sistematiche indagini con lo scopo di evidenziare pregi o difetti delle varie soluzioni.(Imhof E., 1965)

Nelle carte a grande scala le curve di livello mostrano la loro limitatezza espressiva quando i **pendii** si fanno **molto ripidi** e qui solamente il **disegno artistico delle rocce** può esprimere la presenza e l'andamento delle creste e degli strapiombi.

Anche nel caso delle carte a piccola scala le **tinte altimetriche** da sole in generale non offrono una rappresentazione sufficientemente comprensibile dell'orografia e sono validamente **aiutate dal disegno della montagna a tratteggio o a sfumo.**

Bisogna aggiungere che la valutazione a prima vista dell'orografia di una certa zona può essere conseguita anche con i due metodi proposti da Kitiro Tanaka (1950) che però non hanno avuto grande diffusione.

Un metodo è quello delle curve lumeggiate dove l'effetto di rilievo si ha ispessendo le curve dalla parte opposta alla sorgente della luce e per contro assottigliandole dalla parte esposta alla luce.

Invece il metodo delle curve isogono-

Montagna rappresentata con lo sfumo e le tinte altimetriche nel Grande Atlante Geografico dell'Istituto Geografico De Agostini, del 1982.

tomiche permette la rappresentazione del rilievo mediante sezioni del terreno inclinate di 45° rispetto alla verticale che poi vengono proiettate ortogonalmente sul piano del disegno dando così una visione prospettica a volo d'uccello.

Si è già visto quale importanza abbia avuto in passato l'esecuzione dell'**ombreggiatura mediante il tratteggio**; tuttavia questo metodo richiedeva un grande **dispendio di tempo** ed era imposto dalle ancora limitate possibilità della fotografia.

Un bell'esempio di utilizzazione del tratteggio per delineare l'orografia è offerto dalla Carta d'Italia al 1:250 000 realizzata dall'Istituto Geografico De Agostini per il Touring Club Italiano tra il 1906 e il 1914. (Motta G., 2001)

Con il successivo **sviluppo delle tecniche fotografiche** fu possibile la perfetta riproduzione fotografica non solo dei tratti ma anche dei toni continui e così si aperse la strada all'**ombreggiatura a sfumo** anziché al tratto, con notevole risparmio nei tempi di lavorazione.

L'ombreggiatura a sfumo associata alle tinte altimetriche è un sistema altamente valido per la resa plastica del rilievo nelle carte fisiche o fisico-politiche.(Motta G., 1984)

Come per il tratteggio, l'ombreggiatura a sfumo è un sistema che cerca di pro-

durre percettibili differenze nelle forme del terreno secondo una scala di toni che dipendono dalla posizione della fonte luminosa e quindi dalla direzione della luce incidente sul rilievo.È chiaro quindi che lo sfumo è cosa ben diversa dalla semplice ombra prodotta da un rilievo.

L'ombreggiatura mediante il computer

Non appena il computer fece il suo ingresso nel mondo della cartografia si cercò di utilizzarlo anche per l'esecuzione dell'ombreggiatura a sfumo che, similmente al tratteggio, richiede tempi di lavoro lunghi e una spiccata attitudine del cartografo-artista di immaginare le forme del rilievo osservando l'andamento dell'idrografia e delle curve altimetriche.

I tentativi di usare il **software photoshop per disegnare ex novo lo sfumo** su macintosh sembra che non abbiano dato risultati veramente apprezzabili sia dal punto di vista della qualità del prodotto che per il tempo impiegato.

Buoni risultati si sono invece ottenuti utilizzando lo stesso software per modificare, correggere o completare ombreggiature a sfumo già realizzate manualmente con le tecniche tradizionali, a tempera, all'acquerello, dello sfumino e polvere di grafite o con l'aerografo; in tal caso si fa la scansione del disegno esistente e, dopo averlo importato in macintosh, si introducono le modifiche con il citato software, avendo poi la possibilità di gestire lo sfumo con gli altri elementi costituenti la carta.

Il Modello Digitale del Terreno, DTM e le tecniche più avanzate

Le innovazioni tecnologiche nel campo della fotogrammetria permettono oggi di affrontare i problemi della rappresentazione cartografica del rilievo a partire dallo studio di modelli digitali delle elevazioni (DEM) che si possono ottenere per rilevamento numerico diretto o per restituzione fotogrammetrica numerica.

Mediante tale modello, che può essere trattato matematicamente, si possono ricavare la distribuzione nello spazio di punti di interesse o anche la rappresentazione prospettica della zona.

Il modello digitale del terreno (DTM), o modello digitale delle elevazioni (DEM), è archiviato nel computer nello stesso sistema di riferimento utilizzato per le coordinate topografiche e ciò consente di trarre informazioni omogenee con quelle della cartografia e di realizzare profili, sezioni e il tracciamento delle isoipse.

Punto focale è l'estrazione dei dati mediante **l'interpretazione stereoscopica di fotografie aeree o di immagini da satellite** usando metodi che mirano a minimizzare il lavoro di gestione dei dati e nel contempo a ottenere la massima precisione del DTM.

È poi necessario individuare delle **relazioni topologiche** tra i dati e conseguire una **strutturazione** che generalmente è del tipo **a griglia rettangolare** (matrice di quote) o **a rete di triangoli** (TIN Triangulated Irregular Network). (Weibel R. e Heller M., 1991)

Tra le molte manipolazioni possibili del DTM vi sono quelle legate alla visualizzazione delle forme del terreno come astrazione dalla realtà quali sono le curve di livello e lo sfumo.

Sia le curve (contours) che lo sfumo

(hillshading), come sappiamo, sono ottenibili con appositi **software** alcuni dei quali sono **finalizzati a** produrre effetti speciali per **conseguire una sorta di tridimensionalità della visione**. Alcuni, ad esempio, emulano i principi cartografici dello sfumo con spostamenti verticali e orizzontali della sorgente luminosa al fine di migliorare la rappresentazione della morfologia in funzione dell'andamento dei rilievi.

In altre parole viene calcolato e prodotto un **output di riflettanza per ogni inclinazione e direzione dipendenti dall'elevazione e dall'azimut della luce** incidente.

Nella pratica però si incontrano problemi per il fatto che i softwares utilizzabili sono enormemente meno duttili rispetto all'intelligenza umana.

Infatti, la resa particolarmente efficace dello sfumo, nel lavoro tradizionale è legata all'abilità dell'artista cartografo che, lavorando manualmente, è in grado di tener conto contemporaneamente di vari fattori concomitanti tra cui la poco conveniente posizione relativa dei rilievi rispetto alla posizione della sorgente luminosa. In tal modo egli è in grado di rinforzare o minimizzare particolari caratteristiche del terreno, attenuare ombre, ecc.

Bisogna considerare inoltre che, l'utilizzazione di un **DTM molto ricco di informazioni** e adeguato per scale molto dettagliate pone dei **problemi** di non facile soluzione quando si voglia ottenere lo **sfumo per carte a scale più piccole**; si tratta infatti di semplificare il DTM in modo non lineare per ottenere un adeguato output alla scala desiderata.

Se per minimizzare i costi le manipolazioni necessarie non saranno sufficientemente spinte lo sfumo risultante sarà o troppo dettagliato o semplificato male con il conseguente abbassamento del valore della carta.

Teoricamente, quanto maggiore è la fittezza dei punti quotati o delle isoipse ottenibili dal DTM, tanto più precisa sarà la rappresentazione delle forme del terreno. Ma si pone subito la necessità di contemperare questo tipo di informazioni con tutte le altre che devono trovar posto nella carta (vie di comunicazione, toponomastica, ecc.).

In conseguenza assumono molta importanza le regole per attuare la necessaria selezione poiché, come si è visto per lo sfumo, esse incidono grandemente sulla qualità del risultato. (Motta G., 2000)

Si deve sottolineare inoltre che per molte carte è prevalente l'utilità di poter rilevare le differenze relative di altitudine piuttosto che l'altitudine assoluta di un punto, e ciò si ricollega con la scelta degli intervalli verticali tra le curve.

È importante ribadire ancora che disporre di una **grande quantità di dati significa anche avere grandi problemi di scelta e semplificazione** delle informazioni per conservare solamente quelle utili ai fini di una carta veramente efficace; più informazioni di quelle richieste per tale scopo costituiscono un danno e non un beneficio.

Recentemente ha avuto notevole impulso la **tecnologia radar** associata all'utilizzo di immagini dei satelliti ERS che in alcuni casi dà risultati migliori rispet-

to alle tecniche legate all'utilizzazione di immagini dei satelliti LANDSAT.

In particolare, recenti ricerche hanno suggerito l'applicazione di **tecniche interferometriche** per la realizzazione del modello digitale del terreno DTM.

È il sistema utilizzato da De Agostini – Geonext per la realizzazione del DTM nell'ambito del progetto per la realizzazione di una nuova base dati cartografica d'Italia in scala 1:100 000.

Il metodo permette di ottenere il **dato di elevazione del terreno** (quota sul livello del mare) **calcolando la differenza di fase del segnale radar tra due immagini della stessa area**. Per ottenere buoni risultati devono essere messi in atto vari delicati accorgimenti che sono oggetto di studio da parte di specialisti per conseguire ulteriori perfezionamenti.

Nella sua applicazione questa tecnologia non è esente da problemi come, ad esempio, quelli derivanti dalla presenza di ombre prodotte dalla morfologia del terreno oppure dalla presenza di estesi, e soprattutto fitti, boschi che impediscono l'estrazione delle informazioni dalle immagini. In tali casi si è costretti a ricorrere a dati provenienti da altre fonti, quali cartografie preesistenti, che devono essere contestualizzati.

Varietà di studi e di carte

Negli ultimi anni sono state numerose le realizzazioni cartografiche che, utilizzando al meglio le più moderne risorse tecnologiche, hanno affrontato le tante tematiche legate al mondo della montagna.

Alla **carta geomorfologica** si sono affiancate **carte vegetazionali e delle risorse forestali** con i limiti delle diverse formazioni ove, mediante l'analisi di immagini satellitari, sono possibili anche studi sulla produttività di pascoli alpini. In questo campo gioca un ruolo primario anche l'**uso del GPS** per l'identificazione del dato di estensione delle aree che, associato a tante altre informazioni inserite nel sistema informativo, permette varie elaborazioni, sino alla **identificazione dei caratteri peculiari di un** determinato **territorio** e alle mutazioni nel tempo dei paesaggi montani.

Ma le innovazioni tecnologiche favoriscono anche gli studi sulle **dimensioni areali e volumetriche dei ghiacciai** con comparazioni e valutazioni delle modificazioni nel tempo; in questo caso sono interessanti i riferimenti a carte del passato e alle trascorse condizioni climatiche e morfologiche del territorio.

Nuova attenzione è stata rivolta anche alla **carta come strumento per il turismo, l'escursionismo, lo sci e l'alpinismo abbinata al GPS** e talvolta associata a guide locali. Ad esemplificazione, tra alcune altre recentissime interessanti carte quali quelle del Bianco e del Brenta inserite nella rivista Meridiani Montagne, si può citare la serie di diciassette carte e guide del progetto "INTERREG, Alpi Senza Frontiere", frutto della collaborazione tra Regioni limitrofe al di qui e al di là delle Alpi, del Club Alpino Italiano, del Club Alpino Francese, dell'Istituto Geografico Militare italiano e dell'Istituto Geografico Nazionale francese. Si tratta di un insieme di carte che giustamente possono essere

considerate uno dei modelli di riferimento per la chiarezza e precisione della cartografia, utilizzabile anche da escursionisti muniti di GPS.

Si è accennato prima all'**importanza della toponomastica** quale elemento che testimonia la cultura delle genti che hanno popolato un certo territorio; la **denominazione dei luoghi** è infatti una **fase fondamentale dell'organizzazione territoriale**, anche se la sua attuazione può essere stata affrontata, talvolta, senza piena coscienza della sua importanza vitale ma solamente per esigenze pratiche contingenti.

La forte **contrazione del popolamento montano** e delle connesse attività agro-silvo-pastorali, oggetto specifico di alcune ricerche, possono ripercuotersi anche sul patrimonio toponomastico della cartografia all'1: 25 000 dell'Istituto Geografico Militare nel senso che **certi toponimi vanno perdendo attualità** e si dovranno annoverare tra i toponimi storici. Questi ed altri studi legati alla varietà dei termini utilizzati nelle carte per descrivere le forme orografiche costituiscono importanti contributi che saranno presentati nel convegno.

Inoltre, argomenti quali l'**uso del suolo**, la valorizzazione del territorio, lo studio dei **rischi di valanghe e frane**, l'analisi dell'**uso del simbolismo** in carte antiche e moderne, la storia e i problemi del tracciamento delle **linee di confine nelle zone montuose** e tanti altri, che troveranno risonanza nel convegno, testimoniano le grandi potenzialità della cartografia e in particolare della cartografia della montagna.

Gli enormi progressi delle scienze, di cui negli ultimi anni ha beneficiato molto anche la cartografia, fanno bene sperare per il futuro della nostra disciplina. (Morrison J. L.; Robinson A.H., 1985)

Vedendo le cose in una retrospettiva storica si può notare che la cartografia, trae vantaggi generalmente per due tipi di fenomeni.

In primo luogo la **disponibilità di nuovi dati** utili ai fini cartografici ha favorito la concezione di nuovi metodi per la manipolazione e visualizzazione dei dati.

Nello stesso modo, il **ritrovamento di nuove tecnologie** compatibili con il metodo cartografico ha favorito l'uso di queste innovazioni per fare carte migliori.

Le grandi novità del passato, come l'invenzione della stampa, la fotografia ed oggi l'uso del computer , hanno arrecato enormi benefici alla cartografia ed è auspicabile che, anche in futuro, i cartografi sappiano essere aperti, ma con spirito critico, verso ogni innovazione, in modo da saper cogliere il meglio che il progresso scientifico potrà offrire per l'avanzamento della nostra disciplina tenendo ben presente che **la tecnologia è un mezzo** assai efficace **da utilizzare sapientemente così da non offuscare il primato dei contenuti logici della carta.**

Bibliografia

ALIPRANDI L. e G., POMELLA M., *Le grandi Alpi nella Cartografia dei secoli passati, 1482-1865*, Ivrea, Priuli e Verlucca Editori, 1974.

ALIPRANDI L. e G., *La découverte du Mont Blanc par les cartographes, 1515-1925*, Ivrea, Priuli e Verlucca Editori , 2000.

ARNBERGER E., *Die Kartographie im Alpenverein*, in "Wissenschaftliche Alpenvereinshefte, Heft 22", München und Innsbruck, Herausgegeben vom Deutschen Alpenverein und vom Osterreichischen Alpenverein, 1970.

BARRERA F., *Il Piemonte e la cartografia degli Stati Sardi tra Restaurazione e Unità d'Italia,* in "Atti e Rassegna Tecnica, Società Ingegneri e Architetti Torino", Torino, a. 122, 1989.

BARRERA F. , *La cartografia del Piemonte tra Rivoluzione francese e Congresso di Vienna*, in "Atti e Rassegna Tecnica, SIAT", Torino , a. 123, 1990.

BARRERA F., *Il Piemonte nella cartografia del "settecento"*, in "Atti e Rassegna Tecnica, SIAT", Torino, a. 124, 1991.

BARRERA F., *Il Piemonte nella Cartografia del Cinquecento e Seicento,* in "Atti e Rassegna Tecnica, SIAT", Torino, a. 125, 1991

BORRI R., *L'Italia nella antica cartografia, 1477 – 1799*, Ivrea, Priuli e Verlucca Editori, 1999.

BRASSEL K.E., *A Model for Automatic Hill-Shading*, in "The American Cartographer," 1, 1974.

CAPELLO C.F., *Il Piemonte nella cartografia premoderna*, Torino, 1952.

CERUTTI A.V. (a cura di) *Cartographie et Frontières des Alpes Occidentales du II siecle au XX siècle*, Exposition à l'occasion du colloque international "L'Effect Frontière dans les Alpes", Aosta, Région Autonome de la Vallée d'Aoste – Réseau Européen Monde Alpin, 1988.

COMBA R., SERENO P. (a cura di) *Rappresentare uno stato, Carte e Cartografi degli Stati Sabaudi, dal XVI al XVIII secolo*, Vol. I° e II° Torino, Londra, Venezia, Umberto Allemandi e C., 2002.

GROSJEAN G., *500 Jahre Schweizer Landkarten*, Zürich, Orell Füssli Verlag, 1971.

IMHOF E., *Terrain et Carte*, Département militaire fédéral, Erlenbach-Zürich, Editions Eugen Rentsch, 1951.

IMHOF E., *Kartographische Gelandedarstellung*, Berlin, Walter de Gruyter e Co., Publisher, 1965.

ISTITUTO GEOGRAFICO DE AGOSTINI, *Segni e Sogni della Terra*, Catalogo della Mostra, Novara, Istituto Geografico De Agostini, 2001.

MORI A., *La Cartografia Ufficiale in Italia e l'Istituto Geografico Militare*, Roma, Stabilimento Tipografico per l'Amministrazione della Guerra, 1922.

MOTTA G., *Grande Atlante Geografico De Agostini*, in "International Yearbook of Cartography, XXIV-1984", Bonn-Bad Godesberg, Kirschbaum Verlag, 1984.

MOTTA G., *Continuità ed Evoluzione in Cartografia*, in "Atti della 4° Conferenza Nazionale ASITA", Genova, 2000.

MOTTA G., *Il Contributo della Cartografia*, in RUOCCO D. (a cura di) "Cento Anni di Geografia in Italia", Novara, De Agostini, 2001.

MORRISON J.L., *ICA–The Future* in "25 years International Cartographic Association 1959-1984", Enschede, ICA, 1985.

PALAGIANO C., ASOLE A, ARENA G., *Cartografia e Territorio nei secoli*, Roma, La Nuova Italia Scientifica, 1984.

ROBINSON A.H., *Some effects of the computer on education and quality in cartography*, in "25 years International Cartographic Association 1959-1984", Enschede, ICA, 1985.

TANAKA K., *The relief Contour Method of Representing Topography on Maps*, The Geographical Review, vol. XL, 1950.

TRAVERSI C., *Tecnica Cartografica*, Firenze, Istituto Geografico Militare, 1968.

VALERIO V., *Società Uomini e Istituzioni Cartografiche nel Mezzogiorno d'Italia*, Firenze, Istituto Geografico Militare, 1993.
WEIBEL R. E HELLER M., *Digital Terrain Modelling*, in "Geographical Information System, Principles and Applications", London, Longman, 1991.
WESSELY V., *Die Kartographie nach Einfuhrung der Terraindarstellung in Karten und Planen*, II Teil, *Die Bergzeichnung in Karte und Planen*, Bremerhaven und Leipzig, Verlag von L.V. Vangerow, 1908.

Bollettino dell'A.I.C., n. 117-118-119 / 2003

LA MONTAGNA NEI 130 ANNI DI ATTIVITÀ DELL'ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE

Salvatore Arca (*)

(*) Istituto Geografico Militare.

Che la montagna sia stata di frequente scenario delle attività dell'Istituto Geografico Militare ci sembra quantomeno naturale. Ancora di più, essa ha svolto un ruolo di primo piano per varie ragioni, delle quali citiamo le più importanti. Il territorio nazionale è per oltre un terzo della superficie totale montuoso; ai 1400 chilometri dell'arco alpino, dove si trovano le vette più alte d'Europa, se ne aggiungono altrettanti di Appennino, se lo immaginiamo prolungarsi attraverso lo Stretto di Messina sulla Sicilia settentrionale. Una catena sinuosa di quasi 3000 chilometri di lunghezza che costituisce una sorta di spina dorsale del nostro Paese, abbracciando e dominando pianure di più o meno vasta estensione. Da qui l'importanza della montagna sia come territorio ricco di risorse, sia come punto di visuale. La indiscussa bellezza del paesaggio italiano non può infatti prescindere dalla sua osservabilità. Di questo privilegio, certamente non solo italiano, ma a noi accordato in abbondante misura, hanno fruito i topografi che nel corso dei secoli hanno disegnato la carta d'Italia. Quale topografo più felice di quello italiano, ammaliato come un pittore attonito di fronte a una realtà unica per fascino e bellezza! Questa fortunata condizione, tipicamente nostrana, ha favorito nei secoli lo sviluppo di una cultura geodetica e cartografica che, crescendo fin già dal Rinascimento in un contesto pervaso da un grande fervore artistico e scientifico, ha realizzato una ricchissima produzione di grande qualità.

La maggior parte di questa eredità, con l'unità d'Italia, costituì la dote del neonato Istituto Geografico Militare.

Questa stretta connessione con la montagna risale ai primi passi mossi dall'istituzione cartografica nazionale; giova ricordare che, con la denominazione di "Ufficio Tecnico del Corpo di Stato Maggiore del Regio Esercito", nel 1865 essa venne trasferita da Torino a Firenze, divenuta in quell'anno nuova capitale del regno e prese sede nell'antico palazzo della *Sapienza*. Particolarmente ambizioso era il compito che il legislatore si accingeva ad affidare a questo organismo cartografico unitario, erede degli uffici cartografici degli stati preunitari.

Doveva questa istituzione, che nel 1872 assunse la denominazione di "Istituto Topografico Militare", realizzare la copertura cartografica dell'Italia appena unificata per *"…..soddisfare a quegli sva-*

riati bisogni.... anche nello scientifico, nell'amministrativo e nell'industriale che si fanno oggidì maggiormente sentire...." Era quanto affermava il ministro Ricotti nella relazione al Parlamento tenuta in occasione della presentazione della legge per il "Compimento della Carta topografica d'Italia", nella tornata del 3 febbraio 1875. Che lo Stato unitario disponesse di una cartografia precisa, dettagliata e affidabile del proprio territorio era cosa di primaria importanza sia per lo sviluppo del paese e la pianificazione delle sue risorse, sia per la difesa nazionale, per la quale i massicci montuosi alpini rappresentavano un insostituibile baluardo di sbarramento, nonostante che nella storia della penisola questa linea difensiva fosse stata più volte violata dagli invasori.

Nell'Appennino i primi interventi dell'Istituto Geografico Militare riguardarono la zona a nord di Firenze (1872), mentre le prime levate nell'arco alpino interessarono il massiccio del M. Bianco (1882).

Come effettuava allora l'operatore i rilievi di campagna? Gli ausili tecnici si riducevano alla gloriosa tavoletta pretoriana che, ai nostri occhi di uomini del ventunesimo secolo, non può non apparire decisamente rudimentale; con essa in campagna il cartografo acquisiva i particolari anche minuti del terreno, rispettando comunque il corretto inquadramento geometrico derivante dalla rete trigonometrica realizzata in precedenza. A questo proposito giova sottolineare che sono stati in particolare i lavori geodetici, condotti per l'istituzione della rete trigonometrica nazionale, quelli nei quali l'Istituto ha vissuto i giorni più memorabili e in un certo qual modo più intensi della sua lunga e prestigiosa attività di campagna.

I lavori di triangolazione richiedono per la loro natura l'esecuzione di misure ottiche su visuali generalmente lunghe, soprattutto nella realizzazione delle reti di primo e di secondo ordine. Si tratta infatti di collegare punti posti a volte a distanze superiori ai 50 chilometri e ciò fa sì che la montagna sia il sito indispensabile ed insostituibile di osservazione per il compimento del lavoro.

Il punto di osservazione, il così detto vertice trigonometrico, veniva materializzato sulla sommità dei monti con adeguati pilastrini, la cui messa in opera costituiva un'impresa di non poco conto per gli operatori impegnati nei lavori. Il compito più oneroso consisteva nel portare sulla cima dei monti i materiali necessari per la costruzione del manufatto; pesi rilevanti per il cui trasporto la logistica dell'Istituto Geografico Militare dispiegava la sua provata capacità operativa.

Si consideri poi che le lunghe visuali richiedevano condizioni atmosferiche ottime. Ciò comportava periodi di attesa sul posto, a volte lunghi ed estenuanti, fra un capriccio e l'altro del tempo; e si sa quanto è capriccioso il tempo in montagna; quanti giorni e notti passati sulle cime battute dai venti gelidi ad aspettare il momento favorevole!

Il rapporto del topografo con la montagna è tutt'altro che semplicemente strumentale. Per sua natura, il topografo, impegnato nella esecuzione di un rilievo o di un collegamento geodetico, sale, si

arrampica, alla ricerca di un orizzonte libero. Dove la montagna non è presente, se la inventa, e sale sui campanili o si inerpica su un albero di baobab nelle savane dell'Africa, insediandovi la sua stazione topografica. Oppure affronta l'onere e la fatica di costruire una struttura artificiale, un traliccio talvolta di dimensioni ragguardevoli, adeguato ai collegamenti che vuole stabilire.

L'istituzione della rete trigonometrica fu un'opera rilevante, una grande conquista della nazione, per il cui compimento la montagna è stata fonte non solo di gioie entusiastiche ma anche di sacrifici estremi. Se da un lato essa imponeva un enorme dispendio di risorse umane e materiali, dall'altro consentiva la realizzazione di quelle osservazioni, prima ottiche e quindi elettro-ottiche, sulle quali fu costruita l'ossatura geometrica del nostro paese.

Come quelle geodetiche, anche le operazioni topografiche in montagna risultavano di fatto ben più ardue delle analoghe operazioni condotte in pianura: belle per il fascino che derivava loro dalla suggestione dell'ambiente, proficue per il vantaggio delle visuali più ampie, ma onerose per l'impegno fisico e organizzativo che richiedevano.

L'avvento della fotografia suggerì ben presto la possibilità di procedere soprattutto nei territori montuosi al rilievo topografico con le tecniche derivanti dall'applicazione della prospettiva fotografica; proposte in questo senso furono avanzate fin dal 1851 dal francese Laussedat e dal nostro Ignazio Porro. Di fatto, intorno al 1870, si diffuse l'impiego di lastre negative di produzione industriale, pronte per l'uso e inalterabili nel tempo, e di carte fotografiche al bromuro d'argento in grado di fornire una ragionevole e soddisfacente associazione tra i colori naturali – della vegetazione e del terreno – e i toni di grigio delle stampe. Più complesso fu il problema della realizzazione e messa a punto del dispositivo ottico dell'apparato di presa, che trovò la sua brillante soluzione nell'adattamento e nell'impiego dei congegni ottici degli strumenti topografici.

Le prime sperimentazioni di fotogrammetria terrestre furono condotte all'Istituto Topografico Militare prima dal capitano Giuseppe Perrucchetti tra gli anni 1871-1875, poi dal tenente Michele Manzi, che riprese con le poco pratiche lastre al collodio panorami del Moncenisio e del Gran Sasso. L'iniziativa, che portò comunque alla realizzazione di cartografia, non ebbe un seguito immediato per l'inadeguatezza del metodo. Essa fu ripresa, sempre all'Istituto, dall'ingegnere geografo Pio Paganini: questi riuscì a utilizzare la prospettiva fotografica come mezzo metrico mediante un apparato – costruito presso le officine dell'Istituto stesso – risultante dall'innesto di una macchina fotografica in un teodolite; ottenne così non solo immagini esenti da deformazioni ma anche gli elementi geometrici di orientamento occorrenti per la rappresentazione topografica.

Il metodo fu applicato con brillanti risultati al rilievo delle Cave di Colonnata (Alpi Apuane) e verificato in scala maggiore sul gruppo del Gran Paradiso per un'estensione di circa 200 kmq. Dal 1885 la fotogrammetria terrestre diven-

ne, per le zone di montagna, il normale metodo di lavoro, denominato "rilevamento fototopografico".

Il metodo fu seguito con vivo interesse dagli istituti geografici di molti stati e trovò seguaci e ammiratori, affermandosi come insostituibile anche per rilevamenti di precisione per fini ingegneristici e naturalistici: Paganini fu invitato dall'Istituto Geografico Militare Austriaco, dove addestrò il personale al nuovo metodo di rilievo.

Notevoli furono i successi conseguiti negli ultimi decenni dell"800 da quanti, studiosi e operatori, si prodigarono per il perfezionamento della tecnica fotografica: questi successi non solo riguardavano la corretta messa a punto delle macchine da presa e la qualità delle ottiche impiegate, ma anche incisero fortemente nelle metodologie operative per l'ottenimento di immagini sempre più chiare, complete ed efficaci. Particolare interesse fu dedicato alla presa dei panorami montuosi: a partire dal 1896 furono condotte su gran parte dell'arco alpino, da parte dell'IGM, numerose campagne con l'impiego di un apparato fotografico progettato dal tenente Tardivo. Giova ricordare che in quegli anni sull'arco alpino si accentrava con vivo e ben fondato interesse l'attenzione del nostro Stato Maggiore in considerazione del ruolo che la barriera montuosa a difesa del territorio nazionale ricopriva per eventuali evoluzioni non proprio pacifiche della politica europea.

È certo infatti che le carte topografiche realizzano pienamente la loro funzione di progresso quando costituiscono il supporto di opere e iniziative di sviluppo civile. E tale è stato fin dalla sua fondazione l'obiettivo principale dell'IGM. Ma già nei suoi primi decenni di vita l'Istituto dovette sopperire alle necessità imposte dalle guerre, nelle quali si trovò impegnato il nostro paese. La guerra si fa non solo con le armi, ma anche con le carte topografiche, perché non è possibile predisporre linee di difesa e di offesa, spostare mezzi e uomini, stabilire obiettivi e percorsi se non si conosce il territorio grazie ad una adeguata documentazione cartografica. E l'Istituto assolse egregiamente i suoi compiti di carattere militare, dimostrando una grande efficienza per nulla sminuita dal prevalente interesse per gli aspetti scientifici e tecnici, che aveva caratterizzato l'opera dei quadri dell'ente fin dalla sua costituzione.

Le applicazioni delle prese fotografiche in campo militare dimostrarono pienamente non solo la loro utilità per la elaborazione dei piani tattici dei nostri reparti, ma anche nel contempo la loro rilevanza sotto il profilo della segretezza per la sicurezza nazionale. A questo proposito vale la pena di citare il decreto che il Prefetto della Provincia di Torino emanò il 28 luglio 1898:

"... ritenuta la necessità di impedire che persone estranee alla difesa militare si approssimino ai punti fortificati della frontiera e rilevino con macchine fotografiche o con qualsiasi altro mezzo, vedute delle fortificazioni medesime ... decreta: 1) è vietato di approssimarsi alle fortificazioni di frontiera a meno di un chilometro dalle medesime, senza essere muniti di speciale permesso ..."

L'inizio delle ostilità nel 1915 evidenziò l'efficacia delle immagini fotografiche delle linee difensive del fronte per l'approntamento dei piani operativi del nostro Stato Maggiore: queste immagini ovviamente riguardavano tutte scenari di ambiente montuoso. È innegabile il forte supporto operativo che la guerra di posizione delle trincee trovò nei mosaici fotografici, realizzati appositamente per le esigenze belliche.

Subito dopo la prima guerra mondiale la macchina fotografica, grossolanamente montata sui traballanti velivoli del tempo, prese il volo e con essa decollarono gli studi dei geniali precursori e pionieri dell'aerofotogrammetria: nasceva così la fotogrammetria con presa nadirale da mezzo aereo. Come l'aviazione essa ebbe un rapido sviluppo, nel quale svolse un ruolo di primo piano il genio creativo di Ermenegildo Santoni. Partendo dalle esperienze dei due precursori Ranza e Tardivo, che, negli anni precedenti la prima guerra mondiale, avevano eseguito ottime *fototopografie verticali* con macchine da presa assicurate a palloni frenati, Santoni, attraverso un continuo ed appassionato fiorire di idee e soluzioni tecniche, realizzò eccellenti attrezzature aerofotogrammetriche, dalle macchine da presa agli stereocartografi per la restituzione degli aerofotogrammi. I primi modelli di questi strumenti furono costruiti dalle stesse officine dell'Istituto Geografico Militare e quelli più recenti, realizzati sui progetti brevettati da Santoni stesso, sono ancora in uso in molti istituti geografici del mondo, oltre che in varie amministrazioni statali e presso enti topocartografici privati.

Ma anche vista dall'aereo la montagna è sempre protagonista in quello scenario, nel quale il topografo sviluppa la sua opera di osservatore della realtà geografica e di fedele descrittore della stessa nei documenti cartografici: infatti fu la rappresentazione cartografica dell'orografia, che costituì il più arduo dei problemi per il corretto utilizzo dei rilievi aerofotogrammetrici. E su questi problemi si accentrarono i massimi sforzi per ottenere una soddisfacente acquisizione dei dati altimetrici. Sono infatti il frutto di lunghe e sofferte ricerche teoriche, nonché di indagini sperimentali, la definizione delle procedure e la messa a punto dei dispositivi ottico – meccanici, diretti alla eliminazione delle deformazioni delle prese aerofotografiche; deformazioni, che inevitabilmente inficiano la correttezza geometrica delle immagini e che manifestano i loro effetti, nella forma più chiara e macroscopica, quando nel fotogramma è rappresentato un territorio montuoso.

Tornando alle consuete operazioni terrestri, l'IGM, dopo la conclusione della guerra 1915-18, affrontò l'opera del completamento della rete di triangolazione nazionale nelle aree di recente acquisizione e procedette quindi alla determinazione delle nuove frontiere e dei cippi di confine nell'Alto Adige e nella Venezia Giulia. Fu questo un compito arduo, che cementò in maniera considerevole il nesso fra l'IGM e la montagna e confermò lo spirito di attaccamento degli operatori dell'ente all'ambiente alpino.

Un altro capitolo suggestivo nella storia dell'IGM è quello che fu scritto sulla sua partecipazione all'intensa attività di esplorazione geografica, che l'Italia intraprese fin dai primi anni dopo la sua unificazione. Tra le spedizioni più notevoli, cui partecipò l'Istituto Geografico Militare, citiamo quelle nel Karakorum: in particolare quella condotta dal Duca degli Abruzzi nel 1909 e quella successiva, guidata da Ardito Desio, che culminò con la conquista del K2 nel 1954.

Nei primi anni '60 entrano in scena, quali prodotti innovativi dell'evoluzione tecnologica, gli apparati elettronici per la misura delle distanze (tellurometri e geodimetri). Vengono impiegati nelle determinazioni di 78 lati della rete trigonometrica nazionale di 1° ordine, dei quali la maggior parte concentrata lungo la tratta italiana della poligonale europea Tromsoe-Catania.

Bisogna attendere la seconda metà degli anni '80 per la comparsa dei primi ricevitori *Global Positioning System (GPS)*, assolutamente rivoluzionaria per quanto attiene non solo alle procedure operative, ma anche alle impostazioni teoriche. L'IGM impiega queste strumentazioni satellitari per la prima volta nella determinazione altimetrica delle principali cime dell'arco alpino: M. Bianco e M. Rosa nel 1988, il Gran Paradiso ed il Cervino nel 1989, le Tofane nel 1990. È un'ulteriore prova di continua presenza della montagna nella storia dell'Istituto Geografico Militare.

Nel concludere questa rapida carrellata sui 130 anni di attività dell'IGM, che hanno visto la montagna quale ambiente privilegiato di interesse operativo e scientifico, non si può non ricordare quei momenti in cui la montagna stessa fu sede o causa di eventi luttuosi. Anche in queste circostanze l'IGM è stato sempre presente, soggetto attivo negli interventi geotopocartografici tesi al ripristino della normalità e nelle indagini di monitoraggio e di protezione civile.

Giova ricordare a questo proposito la catastrofica frana della Val Pola, che nel 1987 fu causa di devastazioni e di lutti.

L'IGM fu presente anche nelle sedi in cui furono esaminati dati e cause dell'evento calamitoso, che ebbe come scenario, il 5 maggio 1998, gli abitati di Sarno, Quindici ed Episcopio ed i ripidi pendii sovrastanti. Questo evento è stato l'oggetto di un attento studio da parte dell'Istituto Geografico Militare, studio che, anche senza un impegno operativo sul posto, ha evidenziato i meccanismi franosi in gioco e la loro correlazione con i dati ambientali più significativi, grazie alla ricca documentazione d'archivio dell'IGM e alle potenzialità informatiche oggi disponibili.

Infine è doveroso menzionare le carte tematiche delle valanghe, che l'IGM ha elaborato sulla base degli elementi forniti dal 4° Corpo d'Armata Alpino, oggi confluito nel Comando Truppe Alpine: in esse sono rappresentate le aree interessate da valanghe abituali, periodiche ed eccezionali, nonché le zone potenzialmente soggette a distacchi parziali di varia entità.

Concludendo che dire del lungo rapporto che per 130 anni ha legato l'Istituto Geografico Militare alla montagna? Il disegno dell'Italia, per la sua morfologia

varia e accidentata, ha costituito nel tempo un'avventura esaltante, una sfida combattuta quasi tutta sulle alte cime, vinta non solo con la scienza e la tecnica, ma anche con l'inventiva, la dedizione e l'appassionato amore per la montagna.

Si ringrazia il Dott. Ing. Francesco Ammannati per la preziosa collaborazione.

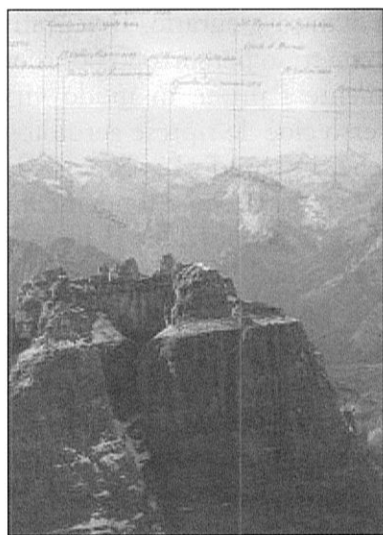
Addestramento all'uso della tavoletta pretoriana.

Stereogramma del ghiacciaio Kuthiah (K2) - 1954.

La sede dell'Istituto Geografico Militare - 1890 c.a.

Lavori di triangolazione in Somalia nel 1910 - stazione su baobab.

Delimitazione del confine fra l'Etiopia e l'Eritrea.

Frana della Val Pola.

Veduta panoramica da M. Castello all'Altenstein presa da Cima Grande di Lavaredo q. 2999 - 1916.

Lavori di triangolazione in Eritrea 1897 stazione su torre.

Bollettino dell'A.I.C., n. 117-118-119 / 2003

LA CARTOGRAFIA OGGI IN PROVINCIA DI TRENTO E SUOI SVILUPPI FUTURI

Mariano Polli e Bruno Sala (*)
(*) Provincia Autonoma di Trento - Servizio Urbanistica e Tutela del Paesaggio.

Mi chiamo Bruno Sala, funzionario in materie tecniche della Provincia Autonoma di Trento – Servizio Urbanistica e Tutela del Paesaggio, sono responsabile del settore dei rilievi geotopocartografici dell'Amministrazione provinciale.

Permettetemi una breve considerazione prima di illustrarvi velocemente quale è l'attuale dotazione cartografica della Provincia Autonoma di Trento ed i suoi programmi futuri.

Mai come in periodi come questo può essere di attualità parlare delle catastrofi idrogeologiche che hanno colpito a più riprese l'Italia intera non esclusa la nostra Provincia (autunno 2000 ad esempio), catastrofi senza ombra di dubbio favorite dalla fragilità geomorfologica del nostro territorio ed innescate sempre da fenomeni naturali quali piogge persistenti e/o terremoti, ma a mio parere tra le cause di fondo va anche elencata una informazione del territorio e delle sue risorse non omogenea e pesantemente disarticolata.

Un primo e fondamentale passo per una puntuale opera di prevenzione dalle calamità **è la conoscenza il più aggiornata possibile di quello che deve essere difeso, nel nostro caso IL TERRITORIO, necessità civile ed economica ma anche e soprattutto culturale.**

Ma per conoscere il territorio bisogna prima di tutto misurarlo. Topografi e Fotogrammetri lo percorrono per rilevarlo, fisicamente i primi, in modo virtuale, attraverso cioè le riprese aerofotogrammetriche, i secondi. La Topografia e la Fotogrammetria sono fondamentali sia nella fase di acquisizione delle informazioni ma, oserei dire, determinanti ai fini dello studio degli interventi preventivi su fenomeni che potrebbero dare corso a calamità pubbliche a volte di incalcolabile portata.

Inventariare e monitorare prima le aree vulnerabili risulta essenziale anche per la progettazione e pianificazione di nuovi insediamenti e vie di comunicazione. **In poche parole nella gestione complessiva della risorsa territorio.**

Fatta questa breve premessa vengo alla mia relazione che avrà un indirizzo squisitamente informativo circa la dotazione cartografica presente e futura (intendendo tuttavia un futuro molto prossimo) della Provincia Autonoma di Tren-

to e dove potrete acquistarla se interessa e sia già pubblicata.

Vorrei parlarVi, prima di tutto, del nuovo progetto della Provincia di dotarsi **di una Carta Topografica Generale, sempre alla scala 1:10.000, numerica naturalmente,** che realizzata per lotti (il primo relativo alle Valli di Fiemme e Fassa di 127.189ha, il secondo, molto più ampio, comprendente la Valle di Cembra, il Gruppo del Lagorai, la Alta e la Bassa Valsugana, il Primiero e l'intera Valle dell'Adige, pari a ulteriori 237.605ha; complessivamente dunque 364.794ha sono già stati appalti e sono in avanzato stato di realizzazione, il tutto su di un totale di 620.845ha che costituiscono l'intero territorio provinciale, (è già stato progettato ed è in fase di appalto il suo completamento, terzo ed ultimo lotto, i cui lavori, se tutto andrà bene, dovrebbero essere ultimati entro e non oltre l'estate del 2005), nuova Carta Topografica Generale, resa in forma numerica, dunque, che dovrebbe sostituire la vecchia Carta Topografica Provinciale la quale è stata realizzata per lotti a partire dall'anno 1980 all'anno 1987, non più aggiornata ma soprattutto ancora in forma cartacea, le cui principali caratteristiche Vi riassumo velocemente:

- rilevata e disegnata nella rappresentazione di Gauss (coordinate piane riferite al fuso Ovest) ed inquadrata nel sistema Europeo Unificato (ED 1950);
- ogni elemento, denominato "sezione", ha le dimensioni di 3' in latitudine e 5'in longitudine e copre una superficie territoriale di 3580ha circa,
- **l'altimetria è rappresentata** sia dalle curve di livello (equidistanza di 10 metri) che dai punti quotati (in numero di 10 per decimetro quadrato, al 10.000 sono 100ha cioè 1 kmq. , in zone con pendenza maggiore dell'1%, 20 in zone urbane e 30 in zone con pendenza minore dell'1%),
- **la precisione planimetrica,** intesa come errore massimo o tolleranza, è pari a 4,00 metri (± 2,00) e quella altimetrica a 1,80 metri (±0,90), per i punti quotati e a 4,00 metri, per le curve di livello;
- **l'inquadramento planimetrico** fu, a suo tempo, ricavato dai punti trigonometrici IGM e dai vertici trigonometrici provinciali, appositamente rilevati;
- **l'inquadramento altimetrico** dai capisaldi delle linee di livellazione geometrica di alta precisione dell'IGM e dai capisaldi delle linee di livellazione geometrica, appositamente istituite dalla P.A.T. lungo le valli principali.

Nel corso degli anni dalla sua pubblicazione (mediamente circa diciasette-diciotto anni), la "**Carta**" è stata ampiamente utilizzata all'interno della PAT, per tutte le esigenze connesse con lo svolgimento dei compiti istituzionali dei diversi Assessorati: elaborazione di carte tematiche, sviluppo di studi e ricerche sul territorio, pianificazione e progettazione di massima degli interventi, ecc.

Numerose sono state anche le richieste da parte sia degli Enti pubblici (Com-

prensori, Comuni, Consorzi, Comunità, ecc.) che privati, professionisti e singoli cittadini, per i motivi più disparati. Da tutti gli utilizzatori sono state riconosciute ed apprezzate le buone qualità complessive della "**Carta**" e, soprattutto, la precisione e l'affidabilità del suo contenuto metrico ed informativo.

Qualche rilievo critico è stato mosso purtroppo (guarda caso) alla **viabilità montana**, il cui rilievo è risultato, in alcune zone un po' troppo approssimato e non perfettamente rispondente alla realtà ed al **corredo toponomastico**, inconveniente questo ora in via di risoluzione con l'istituzione dell'apposita Commissione provinciale, incaricata dell'elaborazione del Dizionario Toponomastico Trentino. Negli ultimi anni, tuttavia, è cominciato ad emergere il grave problema della **vetustà** della **"Carta"**, soprattutto nelle zone maggiormente urbanizzate (fondi valle), essendo ormai trascorsi, come già sopra menzionato, mediamente diciasette-diciotto anni dal suo primo impianto.

Ora le crescenti esigenze connesse con la pianificazione territoriale a tutti i livelli, la gestione oculata delle infrastrutture e dei servizi di utilità generale, la modellazione delle dinamiche ambientali, ecc. ma soprattutto la **vetustà** del primo rilievo aerofotogrammetrico hanno imposto un suo aggiornamento e trasposizione in forma numerica che tra le altre cose andrà a costituire base cartografica per l'impianto di un moderno Sistema Informativo Ambiente Territorio.

Relativamente allo stato dei lavori della nuova **Carta Topografica Generale** ho già riferito in precedenza, per quanto riguarda le sue caratteristiche si possono così riassumere e da esse rilevare subito le consistenti novità rispetto alla precedente edizione.

- **sarà rilevata e disegnata nella proiezione conforme Universale Trasversa di Mercatore (UTM), inquadrata nel sistema geodetico W.G.S. 84 nella implementazione europea ETRF89 (EUROPEAN TERRESTRIAL REFERENCE FRAME 1989) ;**
- sarà suddivisa in "sezioni" come la precedente C.T.G;
- l'altimetria rappresentata come nella prima versione sarà completata dal rilievo delle **linee che delimitano le discontinuità altimetriche del terreno** (le cosidette Break Line o "linee di frattura" come pareti verticali, calanchi, cave, ecc.);
- la precisione planimetrica di punti ben individuati sarà pari a 3, 00 ml. (± 1,50 ml.) e quella altimetrica a 1, 80 ml. (±0, 90) per i punti quotati e 3, 50/4,00 ml. per le curve di livello;
- **l'inquadramento planimetrico sarà costituito dai vertici della rete fondamentale IGM 95, raffittita dai vertici delle reti principale e secondaria (punti fiduciali) istituita dall'Ufficio regionale del Catasto;**
- l'inquadramento altimetrico, come per la precedente, si avvarrà dei capisaldi delle linee di livellazione geometrica di alta precisione dell'I.G.M. e da quelli delle linee di livellazione geo-

metrica istituite dalla Provincia in occasione del primo **"rilievo"**;

- **costituirà soprattutto la base per un moderno e dinamico Sistema Informativo ambiente Territorio (SIAT) che inteso come insieme coordinato di persone, dati, procedure e strumentazioni informatiche, rappresenterà lo strumento più adatto per affrontare la complessità delle tematiche territoriali ambientali.**

È opportuno sottolineare come le potenzialità di tale sistema sono in continua crescita in virtù di una sempre più ampia disponibilità, a costi contenuti, di applicazioni e strumentazioni per il trattamento dei dati geografici, **dovuta allo sviluppo tecnologico dell'informatica nel campo dei GIS** ed alla crescente diffusione di tali sistemi sia nelle Amministrazioni Pubbliche che tra i professionisti e le Ditte che operano in vari settori, utilizzando come base l'informazione territoriale.

Oltre alla cartografia vecchia e nuova, or ora menzionate la Provincia è dotata di due **ortofoto digitali.** Molti di Voi certamente sapranno che cos'è un 'ortofoto digitale mi permetto tuttavia un breve accenno a maggior chiarimento.

Essa è un **prodotto cartografico vero e proprio**, derivata da riprese aeree zenitali a quota idonea per la scala che si intende realizzare ed ottenuta, attraverso complesse elaborazioni digitali, gestibili con il computer. Essa è in sintesi, porzioni o mosaici di porzioni di fotogrammi aerei digitalizzati e **geometricamente corretti** dalle distorsioni dovute sia alle variabili morfologiche del terreno sia alla **prospettiva centrale** tipica di una fotografia, in poche parole la **ripresa aerea viene ortogonalizzata**.

Essa si caratterizza principalmente per:

- l'immediatezza, l'attualità e la richezza del contenuto informativo
- la precisione geometrica paragonabile a quella propria di cartografie di pari scala
- la flessibilità di gestione all'interno DI UN SISTEMA INFORMATICO

La tecnologia sofisticata che sta alla base della produzione di ortofoto digitali (specie a colori) impone un approccio differente rispetto alla classica analisi di prodotti fotogrammetrici abituali; il mondo della fotogrammetria digitale sposta l'attenzione verso i processi di scansione ed i trattamenti radiometrici, oltre si intende sulle usuali valutazioni puramente geometriche.

È opportuno, tuttavia, puntualizzare che l'ortofoto digitale è da considerarsi un prodotto cartografico complementare, integrativo cioè della cartografia numerica vera e propria, che permette però, in quanto fotografia, una conoscenza del territorio totale nei suoi aspetti fisici e socio-economici. **Strumento cartografico, dunque, non mera fotografia,** strumento di analisi il più dettagliato possibile, utile ad ogni livello partendo sempre dalla **considerazione che solo una conoscenza precisa ed aggiornata è condizione ineludibile ormai per la protezione, programmazione e gestione del territorio** nell'interesse dei cittadini,

conoscenza che può permettere anche a questi ultimi di partecipare alle scelte con cognizione di causa.

La prima **ortofoto digitale**, in bianco e nero prodotta, su progetto della PAT è derivata da un volo fotogrammetrico datato 1994, essa è in distribuzione, oltre che su supporto informatico, anche a stampa con la sovrapposizione di due strati informativi molto importanti costituiti dall'altimetria (curve di livello e punti quota) e dal corredo toponomastico tratto dalla Carta Topografica Generale della PAT, è in vendita presso la cartoleria DIATEC CLES S.p.A. via Zambra n. 11 in Trento (tel. 0461-825-712) dove sono in distribuzione gli altri prodotti cartografici della PAT fino ad ora realizzati.

La seconda ortofoto digitale, denominata **IT 2000**, a colori, realizzata da un volo di data settembre-ottobre 1999, eseguito a quota molto più bassa del volo 1994 e attuata con tecnologie ed uso di materiali più sofisticati (dal piano di volo al sistema camera fotogrammetrica-pellicola fotografica, dal processo di sviluppo fotografico alle precisioni geometriche dello scanner) per una convenzione stipulata con Compagnia Generale Riprese Aeree di Parma, che l'ha realizzata, è a disposizione solo dei servizi provinciali, degli enti funzionali o di grado subordinato della Provincia Autonoma di Trento. È tuttavia visibile presso gli uffici del Servizio Urbanistica e tutela del paesaggio e può essere acquistata presso la Ditta che l'ha realizzata.

Ora nell'intento di rendere omogenei e compatibili tra loro i vari rilievi, ma, soprattutto, per adeguarsi ai nuovi orientamenti a livello nazionale per la formazione di cartografie a grande, media e piccola scala, recependo le normative che **"L'INTESA STATO REGIONI - PROVINCE AUTONOME ed ENTI LOCALI"** sta emanando, la P.A.T., attraverso i propri funzionari, ha provveduto alla stesura di Capitolati sia per la piccola-media scala (1:10.000), che la grande scala (1:1.000 - 1:2.000 - 1:5.000), che, su specifica richiesta, sono a disposizione ed è sempre nell'ottica di omogeneizzare tutti i prodotti cartografici alle varie scale, garantendo la congruenza tra i dati di Data Base, a pari e/o diverso grado di accuratezza e conseguentemente rendere possibile una facile lettura degli stessi facilitando anche lo scambio di dati sia tra Provincia Autonoma di Trento ed Enti di grado subordinato che tra Enti ed Enti, che la Provincia invita i Comuni e gli altri Enti, che faranno cartografia a grande scala, ad uniformarsi ad alcune disposizioni che possono così riassumersi:

1) utilizzo **del un nuovo sistema geodetico cartografico**, che costituirà, nel breve termine, una unica base di riferimento (**a livello mondiale**) di tutti i dati geografici (topografici,catastali, tematici ecc.). **Questo è il nuovo sistema di riferimento WGS84 nell'implementazione europea ETRF89** costituito, come noto almeno agli addetti di settore, da una terna cartesiana OXYZ con origine nel centro di massa convenzionale della terra ed as-

se Z diretto secondo l'asse convenzionale di rotazione terrestre. Alla terna è associato un ellissoide con centro nell'origine ed assi coincidenti con quelli della terna stessa (ellissoide geocentrico a= 6378137 m, f= 1/298,257223563). A detto sistema fanno riferimento:

- a livello mondiale, la costellazione dei satelliti GPS
- a livello europeo, la rete EUREF89
- a livello nazionale, la rete IGM 95

Agli scopi cartografici, al sistema WGS 84 viene associata **la ben nota rappresentazione UTM**

In sintesi, quindi, il nuovo sistema WGS84 prenderà il posto del sistema europeo ED50 (utilizzato finora per l'inquadramento ed il taglio della cartografia), mentre la rappresentazione UTM quello della rappresentazione Gauss-Boaga (si ricorda, comunque, che le due rappresentazioni, se si prescinde dal loro inquadramento geodetico, sono la stessa cosa).

Gli indubbi vantaggi del nuovo sistema WGS-UTM possono riassumersi come segue:

- essendo supportato dalla costellazione dei satelliti GPS, assicura: **precisioni più elevate** (le misure GPS, fatta eccezione per le quote, sono direttamente utilizzabili senza alcuna trasformazione essendo in questa fase, come è noto, che si verificano gli errori) nonchè la piena **interscambiabilità dei dati (sistema mondiale)**;
- **può essere utilizzato sia per il rilevamento che per l'inquadramento ed il taglio della cartografia**, con semplificazioni non indifferenti soprattutto nella gestione dei dati.

Non a caso la Provincia, che sta, come sopra menzionato, rilevando ex novo tutto il proprio territorio, alla scala 1:10 000, in forma numerica, adotterà tale "sistema geodetico di riferimento".

2) Utilizzo, per la fase di inquadramento geometrico (reti planimetriche ed altimetriche di inquadramento e rete di raffittimento), delle reti regionali istituite, con encomiabile sforzo sia tecnico che finanziario (primo di tutti in Italia) dall'Ufficio Regionale del Catasto (squadra geodetica). **Rete primaria costituita dai vertici principali** con densità media di 1 punto ogni 10 kmquadrati (1000 ha) **e rete secondaria costituita dai vertici fiduciali** (quelli che vengono utilizzati dai professionisti per i nuovi frazionamenti) con densità media di 1 punto ogni 0,25 kmq. (25ha). **Ritengo inutile sottolineare i vantaggi che possono derivare da una trattazione uniforme dei problemi relativi ad ogni tipo di rilievi territoriali fino ai frazionamenti delle singole particelle catastali.**

La PAT inviterà, inoltre, gli entii a tenere presente che ogni rilievo aerofotogrammetrico, a qualsiasi scala, **deve essere collaudato, in corso d'opera, fase per fase, ripresa aerea compresa, da parte di tecnici di settore con pluriennale**

esperienza e consolidato curriculum professionale

Così come infine la PAT ricorda, che un livello informativo basilare per ogni rilievo cartografico è costituito dal **suo corredo toponomastico** e che ai sensi **dell'articolo 9 della L.P. n. 16 dd. 27.8.1987** lo stesso deve essere approvato dalla Giunta provinciale sentita la **Commissione provinciale per la toponomastica** che, nell'esprimere il proprio parere, dovrà tener conto delle risultanze del **Dizionario Toponomastico Trentino.**

Un'ultima nota, poi ho finito, in Trentino sono stati realizzati anche numerosi rilievi aerofotogrammetrici, numerici, a grande scala (500, 1.000, e 2.000 soprattutto, dei centri urbani più importanti e relative zone di espansione (Trento, Lavis, Arco, Rovereto, Riva del Garda, Mezzolombardo, Mezzocorona, nonché tutti i centri delle valli di Non e Sole, dell'Alta e Bassa Valsugana e del Primiero ecc.) realizzati sia dalla Provincia, che dai Comuni e da altri Enti, come il BIM Adige-Vallata del Noce, il BIM del Brenta con la consulenza ed il coordinamento della PAT.

Bollettino dell'A.I.C., n. 117-118-119 / 2003

MONTAGNA: MITO, RAPPRESENTAZIONE E PSICHE

Giuliana Andreotti (*)

(*) Dipartimento di Scienze Filologiche e Storiche - Facoltà di Lettere e Filosofia - Università di Trento.

La geografia all'inizio del mito

Noi non sappiamo spiegare la montagna mitica perché non sappiamo nulla di noi stessi: se veniamo dalla montagna, dal mare, dal deserto o dalla foresta.

Questo non sapere nulla di noi stessi è il mito: noi andiamo per miti che sono il gergo della fantasia, che non raccontano nulla, ma adobrano qualcosa, parlano per cose ideali, fantasie che raccolgono altre fantasie, ma che sono forse anche una stenografia della memoria, esperienze rese paradigmatiche con il proclamarle fatti divini o eroici o insegnamenti degli dei. Per fare un esempio le dodici fatiche di Ercole sono la storia dell'umanità stenografata.

L'uomo antico che ancora non si metteva per mare, che non navigava, come sede del sacro non poteva avere che la montagna poiché non gli era concesso collocare dei sulla terra frequentata.

Solo la geografia spiega tutto questo: non a lettere aperte, ma con il suo stesso essere. Dove c'è una montagna, una baia, un golfo, un fiume, un vulcano, la geografia parla attraverso tale forma e dunque essa sta all'inizio del mito. Forse, se sappiamo leggerla bene, è l'unica scienza preistorica: basta osservare la Terra.

La geografia dovrebbe chiamarsi geologia, non nel senso della disciplina che porta questo nome, ma come *logos* intorno alla Terra. Soltanto che è difficile interpretare come il medesimo uomo preistorico abbia attinto dalla geografia le immagini dei suoi miti.

L'uomo ha inventato gli dei e questi venivano da dove non poteva andare l'uomo. L'impossibile diviene mitologico.

La mitologia è l'opposto della religione: la mitologia aspetta gli uomini che si fanno dei; la religione aspetta gli dei che si fanno uomini o che attraverso gli uomini parlano.

In sostanza fondamentalmente il mito è estetica, come essenzialmente la religione è etica.

L'avvicinamento al mito coinvolge la psicologia, non nel senso moderno ove ogni gesto è matematizzato, ma in senso antico che vuol dire osservazione del mistero, anelito a rinvenire in esso qualcosa di eterno, a ritrovare una giustificazione per i molti enigmi su cui da sempre l'uomo si interroga.

La montagna ideale

Collegare la montagna col mito significa anzitutto riferirsi a una montagna ideale più che fisica, a quella montagna dalla quale nella cultura occidentale sono nati miti e religioni. E, allora, per prima cosa si nota subito che religioni e miti sono provenuti da montagne che non sempre erano vere montagne: talora si trattava di rilievi appena accennati, poco più che un'ondulazione del suolo.

La prima volta in cui l'uomo si confronta con la montagna – e tutto accadde in quel tempo cronologicamente evanescente, in quel limbo che si vuole immaginare fra la preistoria, il mito e l'allegoria – è il momento biblico dell'Arca di Noè che si incaglia sull'Ararat.

Poi il mito o la religione si fermeranno su altre montagne: sull'Oreb del Sinai con Mosè, sul monte Ida di Creta ove nacque Zeus, sull'omonima collina di Troia ove tre dee si disputarono il pomo della bellezza, sull'Olimpo, empireo ellenico per definizione, ed infine su quelle colline che peraltro nei Vangeli vengono chiamate montagne, quali il monte Tabor (circa 560 m di altitudine), il Golgota o quella appena percettibile collina, collina di Tabgha o Monte delle Beatitudini, dalla quale lo stesso Nazareno avrebbe pronunciato il discorso fondante del cristianesimo, noto in San Matteo come il "Discorso della Montagna".

Queste montagne, alcune delle quali, come accennato, non sono in realtà vere montagne poiché non hanno nulla che possa paragonarle alle nostre Alpi, ad esempio, per non parlare della catena andina o himalaiana, sono state i pilastri attraverso i quali si è costituita e costruita la civiltà occidentale, la civiltà ellenico-romano-cristiana e donde ha preso gli spunti fondanti anche la religione islamica la quale, come è noto, accetta la rivelazione mosaica (Oreb, Sinai) e riconosce valore, ma soltanto profetico, all'uomo Gesù.

Ma perché questi miti o questi momenti religiosi hanno scalato le montagne e dunque perché le montagne hanno nella nostra rappresentazione assunto quella sacralità che ci meraviglia e ci commuove?

In realtà, studi e ricerche antropologiche hanno accertato che gli uomini raccoglitori e cacciatori più avanzati (totemisti) e i primi agricoltori erano portati a personificare animali, piante, montagne, caverne e fiumi. Poiché, tuttavia, noi ci occupiamo in questa sede della montagna, tralasceremo quegli altri aspetti cercando di approfondire ciò che la montagna rappresenta, ciò che nella montagna vediamo rappresentato e quello sfondo mitico che colpisce la nostra psiche.

Montagna e psiche

Se esiste una disciplina concreta questa è la geografia: essa è concreta per definizione poiché non consente alcuna interpretazione al di fuori della realtà, della evidenza fisica. Aggiungerei che la geografia è oggettiva per antonomasia. Eppure... eppure ci è sfuggito qualcosa sulla psiche proprio parlando di montagne, cioè dell'evidenza più plastica che la natura possa offrire.

Ma io non mi azzarderei, da sola, a invadere questo terreno, cioè la sfera della psiche umana, se non avessi l'insegnamento e il sostegno di un grande geografo tedesco, di quell' Herbert Lehmann (1986) che per primo, quasi da solo, ha formulato una teoria sul paesaggio, il quale altro non sarebbe – e io assolutamente concordo – che una nostra proiezione psicologica.

In questa sede non possiamo soffermarci, né mi soffermerò, sulla teoria e sugli insegnamenti di Lehmann: mi limiterò soltanto a far osservare che se un paesaggio, una montagna, un fiume, una caverna, o un altro qualsiaasi aspetto del nostro mondo vengono veduti da occhio umano, tutto subirà una soggettivazione ossia tutto sottostarà a un giudizio, una considerazione, un' interpretazione.

Ma queste considerazioni, queste interpretazioni, questi giudizi donde provengono a noi stessi e soprattutto donde provengono a quella universalità di cui siamo parte come figli del pensiero ellenico-latino-cristiano?

E perché scendendo dal generico e fermandoci sul nostro tema che è montagna-mito-rappresentazione, noi, tutti noi, ci ritroviamo in certi giudizi, considerazioni e interpretazioni?

Una forma dell'orientamento umano è certamente quella psicologica. Anche in geografia. Perché la psicologia concorre a raffreddare, a surgelare ogni tempo trascorso, per cui il passato ha le sillabe giuste per resuscitare in noi quelle medesime motivazioni che in lontanissimi tempi si affacciarono alla nostra intelligenza.

Siamo nel luogo temporale del mito che, come detto, scolpisce la nostra psiche.

"L'interesse mitico è così innato nella psiche, come quello mitologico in ogni genere di attività poetica". Sono parole di Thomas Mann (1953, p. 734), pronunciate nella sua conferenza del 1936 su "Freud e l'avvenire".

Ma io insisterei ulteriormente sul mito, su questa "psicologia del profondo", come la definisce Sigmund Freud e come la riconosce Thomas Mann, dove la parola "profondo" ha un significato anche temporale perché è qui che si annidano i fondamenti primordiali dell'animo umano, quelli che sono un tempo primordiale, quella profonda sorgente dei tempi in cui il mito ha il suo vero ambiente.

"Mito è infatti fondazione di vita; è lo schema senza tempo, la formula religiosa a cui la vita, anche attingendo dall'inconscio, si adegua". Sono ancora parole di Thomas Mann (*ibidem*) e sono pronunciate come un commento di *Totem e Tabù*, opera fondamentale di Freud.

La rappresentazione della montagna

All'inizio di queste considerazioni mi è parso opportuno nominare alcune montagne, oppure colline chiamate montagne, perché mi è sembrato uno dei modi efficaci per orientare la mia tesi. La quale consiste nell'essere la montagna uno dei segnali della Terra cui l'uomo si rivolse per depositare o inventare o racchiudere o sollevare i suoi miti.

Tutto questo accadde nel buio dei tempi: all'alba della nostra umanità qualcuno raccontò, seppur in maniera oscura, ma drammaticamente suggestiva, come a quei primi nostri occhi appena

aperti il mistero della vita si avvicinò e ne indirizzò la visone e la percezione.

Da quei momenti cominciò a sorgere nella nostra psiche, io credo, la montagna come mistero, la montagna come forma del divino, la montagna come paura, la montagna come limite, la montagna come potenza racchiusa, la montagna come *axis mundi*, la montagna come una scala pura che, più di ogni altro aspetto della natura, si avvicina al Cielo.

E dunque da quelle montagne, culle di religioni e di miti, la nostra psiche ha come subito un'ipnosi, quasi nel profondo si sentisse la necessità di comportarsi secondo un'antichissima norma.

Da tutto ciò, da questa educazione ancestrale, discende in noi la rappresentazione. E la rappresentazione altro non è se non l'ipostasi del soggettivo nell'oggettivo di modo che si attenua la "cosa in sé" sino a divenire un qualcosa di fenomenico.

Se noi di fronte a una montagna crediamo di sentire un certo soffio divino significa, io penso, che l'etica del nostro Io vi si è ipostatizzata; parimenti se questa stessa montagna ci meraviglia per la sua bellezza, allora è l'estetica che vi si è incarnata; e così per il senso del mistero oppure per il suo suscitare terrore oppure ancora per quel qualcosa di fiabesco del quale sognano i più semplici e i più indifesi.

Infatti tanti e tanti anni fa, forse mille, alcuni alpigiani, proprio qui dalle nostre parti, giuravano di aver veduto, tutto bianco fra neve e gelo, con scaglie d'oro affioranti nell'antichissima corona, giuravano di aver visto discendere Re Laurino – il re del Rosengarten, il giardino di rose cinto da filo di seta – grande come una valanga, silenzioso come un fiocco di neve.

Anche questo è mito.

Riferimenti bibliografi

ANDREOTTI G., *Riscontri di geografia culturale*, Trento, Artimedia, 2002 (1a ed. 1994).

ANDREOTTI G., "Città e montagna: un'unica cultura", in R. Bernardi, S. Salgaro, C. Smiraglia (a cura), *L'evoluzione della montagna italiana fra tradizione e modernità*, Bologna, Pàtron, 1994, pp. 53-61.

BOZZI A., "La Maiella:paesaggi spirituali", in G. Andreotti, S. Salgaro, *Geografia culturale. Idee ed esperienze*, Trento, Artimedia, 2002, pp. 227-257.

BACHELARD G., *La poetica dello spazio*, Bari, Dedalo Libri, 1975 (ed. or., *La poétique de l'espace*, 1957).

DARDEL E., *L'Uomo e la Terra*, Milano, Unicopli, 1986 (ed. or., *L'Homme et la Terre*, 1952).

ELIADE M., *Aspects du mythe*, Paris, Gallimard, 1963.

ELIADE M., *Il sacro e il profano*, Torino, Boringhieri, 1984 (ed. or., *Le Sacré et le profane*, 1957).

LANGELLA G. (a cura), *Ascensioni umane: la montagna nella cultura occidentale*, Brescia, Grafo, 2002.

LEHMANN H., *Essays zur Physiognomie der Landschaft,* "Erdkundliches Wissen", H. 83, Stuttgart, Franz Steiner, 1986.

MANN TH., "Freud e l'avvenire", in Th. Mann, *Nobiltà dello spirito*, Verona, Mondadori, 1953, pp. 717-742 (ed. or., *Adel des Geistes*, 1945).

LA CARTA TOPOGRAFICA: UTILE STRUMENTO PER LA SCOPERTA DEI TERRITORI MONTANI

Ugo Sauro, Aldino Bondesan, Benedetta Castiglioni, Mirco Meneghel (*)
(*) Dipartimento di Geografia - Università di Padova

Premessa

Presso il Dipartimento di Geografia dell'Università di Padova, nell'ambito di diversi insegnamenti geografici, vi è una consolidata tradizione delle esercitazioni di lettura e di interpretazione delle tavolette IGM, che ha le sue basi nella scuola geografica italiana e, in particolare, fa riferimento a opere considerate da tempo dei "classici" della geografia italiana fra cui spiccano l'atlante dei tipi geografici del Marinelli e alcuni lavori del Sestini.

Nell'ambito della nostra attività di docenza abbiamo sperimentato nel corso degli anni l'utilità per gli studenti di queste esercitazioni per la loro formazione "geografica", e nel contempo l'assenza, in particolare per chi aveva problemi di frequenza, di un testo di riferimento che non fossero le ormai datate e difficilmente reperibili tavole del Marinelli.

In questo contesto è nato il progetto (ora in corso avanzato di realizzazione) di un atlante didattico di introduzione alla lettura e interpretazione dei paesaggi dalla carta topografica. La carta topografica permette una pre-conoscenza mediata e a distanza delle caratteristiche geografiche di un territorio, è perciò uno strumento formidabile per analizzare in anticipo un'area in cui si intenda eventualmente recarsi per prenderne conoscenza diretta.

La carta come strumento di lettura del paesaggio

La carta topografica si presenta come un utile strumento per la lettura "mediata" del paesaggio, che bene si affianca alla lettura "diretta" di un paesaggio visto ed attraversato, ad esempio durante un'escursione. Data la sua facile trasportabilità, la carta usata sul terreno permette il confronto fra le conoscenze acquisite dalla stessa carta e la realtà riscontrabile sul terreno; viceversa a casa (cioè da lontano) costituisce uno strumento di verifica, riutilizzabile nel tempo, delle proprie conoscenze su un territorio.

Attraverso la mediazione simbolica della rappresentazione cartografica si possono individuare sia i singoli elementi che costituiscono il paesaggio (nella sua componente naturale ed antropica), sia le relazioni che essi reciprocamente instaurano nel costituire un'irripetibile unità paesaggistica. L'acquisizione di

una metodologia attenta di lettura della carta topografica permette inoltre di comprendere in che modo le forme superficiali del paesaggio si siano andate costruendo nel tempo, ad opera di molteplici processi e nella continua relazione tra azione della natura e azione dell'uomo. Il confronto diretto tra la carta e il paesaggio osservato permette infine di appurare i cambiamenti intervenuti dal momento del rilevamento cartografico, relativi a elementi mutabili o risultanti dalle attività umane come: variazioni di fronti glaciali, di insediamenti, di viabilità, di uso del suolo ecc.

Per esempio, con riferimento alla viabilità minore dell'ambiente montano (sentieri, mulattiere, ecc..), molti escursionisti e alpinisti hanno avuto modo di accertare che sentieri segnati nella carta non erano più percorribili, a riprova del progressivo abbandono degli ambienti marginali.

Modalità di uso della carta da parte di escursionisti

È fuor di dubbio che nel nostro paese ormai chi usa maggiormente le carte topografiche sul terreno sono gli escursionisti.

Gli escursionisti utilizzano le carte con diverse modalità, in particolare, andando dalla lettura più semplice e immediata a quella più complessa e raffinata:

1) semplice lettura di strade e sentieri in relazione all'individuazione di itinerari di transito o accesso a località scelte (cime di montagne, monumenti naturali ecc.);
2) lettura dei vari elementi rappresentati nella carta per una percezione delle principali caratteristiche di un territorio, divise per categorie;
3) lettura dei vari elementi e interpretazione delle caratteristiche paesaggistiche e ambientali del territorio, come un insieme di elementi legati tra di loro da interrelazioni complesse, che costituisce uno specifico ambiente e paesaggio.

Ora, basta esaminare i molti libri di escursionismo per rendersi conto come, nella maggior parte dei casi le carte topografiche siano utilizzate secondo la prima modalità, più di rado secondo la modalità due, solo eccezionalmente secondo la terza.

L'atlante didattico di introduzione alla lettura ed interpretazione dei paesaggi dalla carta topografica

L'atlante che stiamo realizzando rappresenterà pertanto un efficace strumento per la formazione all'uso della carta topografica da parte degli escursionisti, oltre che di altre potenziali categorie di utenti. Scopo dell'atlante è quello di fornire le chiavi per procedere alla lettura e interpretazione della carta, proponendo una serie articolata di esemplificazioni finalizzate al *training* nell'applicazione dei metodi consigliati.

A grandi linee la struttura dell'atlante è la seguente:

I - la carta topografica

a) definizione;

b) cenni sulla storia della cartografia;
c) il sistema UTM;
d) cenni sul rilevamento;
e) la scala;
f) la rappresentazione del rilievo;
g) la simbologia ecc.;
h) la Carta Topografica d'Italia.

II - metodologia per la lettura ed interpretazione della carta

a) la lettura del paesaggio geografico;
b) schema logico o "itinerario concettuale" su come si procede alla lettura del paesaggio dalla carta (localizzazione geografica, identificazione di scala e intervallo altimetrico, orografia, rocce, acqua, vegetazione, elementi antropici ecc.);
c) sistematica e identificazione delle forme tipo più comuni (strutturali, di versante, fluviali, glaciali, carsiche, vulcaniche, costiere ecc.); per ogni forma viene fornita una breve scheda con le "chiavi di identificazione";
d) le forme e i paesaggi antropici (esempi di rappresentazione di forme e di paesaggi antropici).

III - esempi di lettura e interpretazione geografica dei paesaggi italiani sulla base delle carte topografiche

a) esempi di paesaggi alpini;
b) esempi di paesaggi della Pianura Padana;
c) esempi di paesaggi appenninici;
d) esempi di paesaggi delle isole.

IV - cenni su altri strumenti per la lettura e la descrizione del paesaggio

a) le fotografie aeree (illustrazione delle immagini telerilevate di alcuni dei paesaggi illustrati precedentemente);
b) cenni sulla cartografia tematica (le carte morfometriche, le carte geologiche, le carte geomorfologiche, le carte vegetazionali ecc.);
c) i software di tipo G.I.S.

La prima sezione conterrà i lineamenti generali sulla topografia e la cartografia IGM, tralasciando gli aspetti più tecnicistici legati alle proiezioni e alle modalità di rappresentazione cartografica piana. Particolare attenzione sarà rivolta ai sistemi di coordinate e alla simbologia utilizzata per il disegno delle carte. Inoltre, verranno fornite a chi non opera abitualmente sul territorio anche altre nozioni importanti sulla cartografia disponibile (per esempio, la Cartografia Tecnica Regionale o le coperture aerofotografiche del territorio). Tale complesso d'informazioni assicurerà dei pratici riferimenti per orientarsi nel reperimento dei dati cartografici.

La seconda sezione sarà introduttiva agli esempi di lettura della carta previsti nella terza sezione, con una descrizione analitica delle forme più comuni attraverso schede ed esempi.

Ogni esempio di lettura dello stralcio di una carta topografica della sezione III è strutturato nel modo seguente.

In un primo inquadramento vengono riportati il nome della carta, quanti colori sono stati utilizzati per la stampa, la scala, l'equidistanza, l'anno di edizione, l'estensione dell'area, l'intervallo altimetrico, la regione geografica di appartenenza.

A una prima descrizione degli elemen-

ti principali del rilievo segue un'analisi dettagliata che contiene alcune osservazioni quantitative sulle pendenze. Viene poi proposta una lettura analitica del rilievo che descrive sistematicamente tutti gli elementi presenti nella carta; vengono anche evidenziate le superfici in roccia affiorante. L'idrologia viene considerata partendo dagli elementi più importanti (mare, laghi, fiumi, ghiacciai) per arrivare all'individuazione di sorgenti, pozzi, acquedotti, condotte, cisterne, canali, fossati. Vengono poi descritti la vegetazione, gli elementi antropici e l'uso del suolo.

Segue alla descrizione analitica della carta, una proposta di interpretazione del paesaggio, partendo dai tipi di forme e stili geomorfologici per terminare con la sintesi di tutte le osservazioni effettuate.

La quarta sezione sarà infine piuttosto limitata nei contenuti e servirà a fornire spunti di approfondimento su discipline e tematiche strettamente connesse alla cartografia, ma che potranno essere affrontati in altri volumi della serie.

Riteniamo che il volume, destinato principalmente agli studenti universitari delle materie geografiche, potrà costituire anche un valido manualetto per quanti (escursionisti, turisti e tutti gli amanti delle attività *outdoor*) desiderano approfondire la conoscenza del territorio, sia nella fase di programmazione di una uscita, sia successivamente a contatto con il territorio stesso.

IL CONFINE POLITICO ITALIANO SULLE ALPI. SUA RAPPRESENTAZIONE NELLA CARTOGRAFIA SPECIALE CONFINARIA DELL'IGM

Gabriele Ciampi(*)

(*) Università di Firenze - Dipartimento di Studi Storici e Geografici

Dopo l'applicazione dell'accordo di Schengen sulla progressiva riduzione dei controlli doganali, il tema dei confini[1] politici, quale oggetto di studio, appare anacronistico. La loro funzione separativa va riducendosi rapidamente e, potremmo quasi dire, varia in ragione inversamente proporzionale al variare della loro funzione connettiva.

Questa osservazione, nella sua ovvietà, contiene però un rischio: quello dell'eurocentrismo o, per dirla più crudamente, del provincialismo. Il mondo non è un autobus che porta tutti i suoi passeggeri nella medesima direzione. Mentre in Europa la tendenza prevalente è quella sopra accennata, in altre parti di mondo la problematica confinaria mantiene accesi focolai di tensione che riempiono le pagine dell'attualità politica.

Detto questo, possiamo pure parlare dei confini terrestri italiani, avendo però la consapevolezza che, se ancora non sono divenuti un tema di interesse esclusivamente storico, sono tuttavia destinati in prospettiva più o meno lontana a veder affievolire i propri connotati politici per diventare prevalentemente confini amministrativi. Beninteso, ciò non è ancora avvenuto. La loro delimitazione (cioè il riconoscimento topografico dell'esatto tracciato confinario da parte delle commissioni miste di confinazione) e la demarcazione (o materializzazione mediante cippi, incisioni sulla pietra in posto o altro) sono tuttora operazioni cui sono legate significative funzioni e prerogative statuali. Delimitazione, demarcazione e manutenzione sono affidate alla Sezione Confini del Servizio Geodetico dell'Istituto Geografico Militare, alla quale è preposto il funzionario Salvatore Spatola, che qui ringrazio per la collaborazione datami nel presente studio.

[1] Dal punto di vista terminologico "confine" viene qui preferito a "frontiera", giacché per quest'ultimo termine è ormai acquisito, almeno in italiano e in inglese (frontier), il significato di fascia separativa areale. Confine viene invece inteso come linea, metricamente unidimensionale, sebbene in realtà si tratti piuttosto di un piano verticale, come avremo modo di osservare in seguito. Il francese frontière invece mantiene anche il significato di confine unidimensionale

Mari e monti. I confini politici italiani hanno questa celebratissima collocazione preferenziale e il loro carattere "naturale" consiste nell'essere appoggiati a oggetti geografici naturali aventi un forte valore di ostacolo. Per quelli terrestri, la loro collocazione planiziale e collinare è assolutamente minoritaria rispetto a quella montana, e limitata all'estremità orientale giuliano-friulana e alla propaggine meridionale del Canton Ticino.

Sul concetto di confine politico naturale non possiamo prescindere dagli *Appunti di Geografia politica* di Umberto Toschi (edizione del 1958, pp. 194-216), da cui ricaaviamo la precisazione che la collocazione montana non è sufficiente da sola a conferire al confine il nobilitante epiteto di "naturale", ma si richiede che vi sia anche una corrispondenza con la principale linea spartiacque di un sistema montuoso o comunque con un crinale corrispondente a una linea di massima quota.

La non corrispondenza con lo spartiacque principale delle Alpi è peraltro piuttosto estesa. e il confine italiano si configura, nelle classificazioni di Toschi, come confine di tipo prevalentemente "naturale" di spartiacque con la Francia, ma a tratti anche come confine "strategico" in vari piccoli settori delle Alpi piemontesi, dove scende al di qua dello spartiacque; poi abbiamo un tipo "ereditario" con il Canton Ticino e i Grigioni, storicamente poco congruente con la linea spartiacque principale; naturale di spartiacque con l'Austria, eccezion fatta per i tratti in cui è "strategico" (a vantaggio nostro), come a Resia, nella testata della Drava e nella Slizza; e infine è "etnico-strategico" a vantaggio della Jugoslavia (oggi Slovenia). Queste classificazioni, per quanto utili descrittivamente, si prestano però a qualche equivoco perché, ad esempio, il confine ticinese corrisponde, almeno in parte, anche a linee spartiacque di singole diramazioni delle Alpi Lepontine, non corrispondenti però allo spartiacque principale alpino

Nel più ampio ambito della confinistica generale, una critica di questa tassonomia confinaria (della quale sono debitore a Claudio Cerreti) induce a osservare che alcuni geografi politici di un tempo tendono a mischiare in un'unica nomenclatura definizioni che si rifanno a tipologie differenti. "Naturale" e "artificiale" attengono chiaramente alla "morfologia" del confine. Così essi correttamente distinguono, nella prima tipologia, tra naturale di spartiacque, marittimo, lacustre, ecc.; mentre nel tipo morfologico "artificiale" distinguono tra confine appoggiato a manufatti e confine astronomico. Ma i termini "ereditario", "strategico", "etnico" ecc. attengono non alla morfologia bensì alla "genesi" del confine, alla sua storia. Di conseguenza un confine può essere ereditario e artificiale, etnico e di spartiacque allo stesso tempo, dato che l'una definizione rimanda al perché si è formato proprio lì, e l'altra al come si manifesta sulla carta o sul terreno. Tutto ciò genera facilmente qualche "confusione" terminologico-concettuale. Inoltre la loro preoccupazione tassonomica rischia di lasciare in ombra il fatto che i confini hanno spesso una grossa componente "casuale", per così dire, legata alla mutevole differenza delle forze in competizione. Una "predestinazione

naturale" in questo campo non è facilmente sostenibile. Ci possono tuttavia essere "occasioni" geomorfologiche facilitanti la manifestazione delle forze contrapposte. Esse a loro volta perseguono interessi politico-economici o esigenze legate alla sicurezza militare, che possono interagire sinergicamente con ideologie o ideali o sentimenti largamente e sinceramente condivisi.

Ma torniamo sulle Alpi, o nei loro pressi. Circa le eccezioni alla collocazione montana del nostro confine, possiamo rammentare che esso (partendo da Oriente) debutta dalla Baia di San Bartolomeo e percorre, lungo quote collinari, l'altopiano carsico. L'unica vera pianura di tutto il confine italiano è quella di Gorizia, tra il Vipacco e l'Isonzo, solcata dalla linea di confine per una lunghezza di una decina di km.

Poi ancora il confine percorre le colline del Collio e quindi (unici veri confini fluviali italiani) i corsi dello Iudrio, del Natisone[2], ormai a ridosso delle Alpi Giulie.

Questo primo tratto orientale si presta a un confronto – per quanto riguarda sia l'impatto paesaggistico dell'oggetto "confine", sia il lavoro materiale di confinazione – tra il confine di alta montagna e quello collinare e di bassa montagna.

Quest'ultimo, in questa zona orientale, fa i conti con una copertura vegetazionale densa, arbustiva e arborea (favorita dalla forte piovosità), la quale toglie efficacia segnaletica ai "termini", che vengono fagocitati dalla vegetazione stessa. Ma, trattandosi ovviamente di aree dense di insediamenti, la necessità della segnalazione ha indotto a suo tempo gli operatori dell'IGM e dell'omologo ufficio jugoslavo a scegliere, fino al 1992, un mezzo radicale di messa in evidenza, consistente nel diboscare una striscia di 3 metri a cavallo del confine, allo scopo di rendere visibili i cippi. Successivamente, considerata la rapida ricrescita della vegetazione arbustiva, e l'abbandono dei lavori di ripulitura (ad opera soprattutto dei "graniciari" jugoslavi che hanno continuato a pattugliare il confine fino alla fine della Federazione jugoslava) si è deciso di collocare dei pali metallici di colore arancione a fianco dei cippi, a loro volta situati nella mezzeria della fascia un tempo diboscata. La fittezza dei cippi (e quindi dei pali arancioni), distanziati tra loro a intervalli di poche decine di metri, restituisce visibilità al confine.

In questo senso il confine nelle zone collinari e di bassa montagna tende ad assumere il ruolo di oggetto geografico paesaggisticamente percettibile. Per contro, in alta montagna i termini di confine, sotto forma di cippi lapidei o di cemento o di segni incisi sulla roccia in posto, generalmente non sono visibili se non a breve distanza, quando sono ormai a portata di mano e di piede, più che di occhio. Il confine in pratica, nell'ambiente di alta montagna, non è un elemento del paesaggio. Naturalmente vi

[2] Vi sono anche alcuni piccolissimi corsi d'acqua, tra cui rammentiamo il Barbucina.

sono anche delle eccezioni, dovute a cippi monumentali, soprattutto sul confine occidentale.

D'altro canto, in alta montagna anche le superfici immediatamente contigue agli opposti lati del confine difficilmente possono andare incontro a differenziazioni paesaggistiche, perché risultano tendenzialmente insensibili (a causa delle forti coazioni ambientali tipiche di quell'ambiente e nonostante eventuali diversità di esposizione) alle possibili differenze normativo-territoriali, legate alla diversa appartenenza politica, la quale quindi non genera ivi differenze fisionomiche apprezzabili.

Proseguendo il confronto, paradossale può apparire poi la differenza per quanto riguarda il lavoro di confinazione (delimitazione, demarcazione e manutenzione). L'accessibilità in primo luogo e la tecnologia fanno la differenza. Sulla collina e bassa montagna, la necessità di una fitta sequenza di termini richiede agli operatori di accedere a piedi al confine, dove, in zone di antico abbandono colturale, la vegetazione crea sovente una cortina superabile con fatica, e impone anche di richiedere l'ausilio di abitanti del luogo, per raggiungere le zone interessate. Vi è poi l'ostacolo che la vegetazione frappone all'utilizzo del sistema satellitare (GPS) di rilevamento delle coordinate, con i cosiddetti "salti di ciclo" che possono ridurre l'acquisizione dei dati e quindi l'accuratezza del rilevamento.

In alta montagna invece l'utilizzo dell'elicottero e la tecnologia satellitare (non ostacolata dalla vegetazione) hanno ridotto incommensurabilmente la mole organizzativa, comprensiva di uomini e mezzi, che il rilevamento delle coordinate del termine di confine e la posa in posto del cippo richiedevano fino a non molti anni fa; operazioni che peraltro erano affidate fino al 1943 ai singoli Corpi d'Armata, prima di passare alla diretta responsabilità dell'IGM. Nel periodo luglio–settembre, l'elicottero trasporta senza grandi difficoltà il personale tecnico sul sito del termine e, insieme, anche il cippo prefabbricato, che sul confine sloveno è in cemento armato e altrove in granito.

Il confine orientale è stato fissato dal trattato di Osimo del 1975 per la zona triestina (ex zona A) e dal trattato di pace del 1947 più a nord, fino al monte Mangart, ricalcando la linea armistiziale. Esso, come noto, sostituisce il confine naturale di spartiacque delle Alpi Giulie, scaturito dalla prima guerra mondiale e cancellato dalla sconfitta nella seconda. Il nuovo confine ubbidisce ufficialmente a motivazioni di carattere etnico, sebbene abbia (o avesse) piuttosto carattere strategico. Rimangono in Italia le miniere piombo-zincifere di Cave di Predil, la cui galleria di servizio, secata trasversalmente dal confine politico, costituisce un esempio di confine in galleria.

Il tratto successivo, che ha come apice il termine triconfinale italo-austro-sloveno di Monte Forno, rappresenta invece il primo caso di confine strategico favorevole all'Italia. Si tratta di un'area che appartiene al bacino idrografico danubiano-pontico, corrrispondente alla valle del torrente Slizza, affluente della Gail, a sua volta affluente della Drava; vi è compresa la zona dei laghi di Fusine,

quella a spartiacque incerto, su terreni torbosi poco permeabili, circostante Camporosso e Tarvisio e un piccolissimo tratto del monte Coppa, acquapendente verso Ratece, il lago Bajer e la Sava. Peraltro il torrente Slizza si addentra molto profondamente verso sud creando un cuneo in mezzo a bacini idrograficamente tributari dell'Adriatico. L'assegnazione all'Italia deriva dal trattato di Saint Germain (1919) e dal trattato di Rapallo (1920), che in questo contraddiceva il precedente Patto di Londra. Essa è probabilmente collegata (in maniera per ora non documentabile) all'assegnazione della Carinzia all'Austria invece che alla Jugoslavia, malgrado la prevalenza demografica slava. Con tutte le cautele del caso potremmo accennare agli indizi che l'Italia abbia favorito attivamente la vittoria austriaca nel referendum per l'attribuzione della Carinzia e che l'Austria abbia in cambio contribuito al passaggio dell'area del Tarvisio all'Italia[3].

Proseguendo verso ovest per un centinaio di km lungo le Alpi Carniche, il confine mantiene la sua collocazione alto-montana e di spartiacque fino all'alta valle della Drava; qui scende a est di Dobbiaco a creare di nuovo un'area di valore (a suo tempo) strategico di circa 166 kmq, posta, negli intenti dei negoziatori italiani del 1919, protezione della sella omonima. L'area corrisponde a parte del solco che separa la fascia calcarea dalla fascia cristallina centrale delle Alpi. Una terza, ma minuscola diversione dallo spartiacque, ancora a favore dell'Italia, si osserva al passo di Resia, all'estremità occidentale del tratto italo-austriaco[4].

La collocazione alto-montana, che qui nel tratto austriaco e in parte di quelli svizzero e francese è quasi esclusiva, implica un'eccezione alla regola aurea della fissità del confine. Sui ghiacciai e sui nevai, i confini sono invece considerati mobili, perché, in caso di scioglimento, si considera preventivamente accettato il fatto che il confine (non potendo rimanere sospeso in aria) si collocherà sulla cresta rocciosa sottostante, allorquando essa emergerà (e che tende a non trovarsi sulla verticale del crinale glacia-

[3] Testimonianze orali (che ho ottenuto grazie a circostanze fortunose) parlano prima di forniture (da parte dell'Italia) di armi austriache provenienti dal'arsenale di Pola, dopo la resa e il disarmo dell'esercito austriaco: forniture finalizzate a consentire agli austriaci di espellere le forze slave dalla regione. Parlano poi anche di una partecipazione sotto mentite spoglie di reparti italiani alle votazioni per l'assegnazione della Carinzia all'Austria o alla Jugoslavia. Le motivazioni strategiche dell'acquisizione dell'area del Tarvisio da parte dell'Italia risiedono nel fatto che qui lo spessore del versante alpino interno (italiano) è molto ridotto e l'Adriatico si interna verso settentrione; e dunque la conca del Tarvisio, allo snodo dello spartiacque ponto-adriatico, era intesa come cerniera tra la fronte isontina e quella carnica. La mancanza del controllo di tale cerniera era stata anche vista come concausa nella sconfitta di Caporetto.

[4] Un fenomeno che ha interessato il confine italo-austriaco dell'Alto Adige negli anni sessanta è stato quello della distruzione dei cippi, come espressione del separatismo locale. Qualche abusivo spostamento di cippi c'è stato anche sul confine orientale, da intendersi come "punture di spillo" ad opera delle autorità jugoslave.

le). Questo principio però è stato finora ufficializzato solo con l'Austria.

Il confine austriaco risale come noto agli esiti della prima guerra mondiale, allorquando il principio del confine "naturale" oro-idrografico aveva già cominciato a declinare, nel pensiero politico occidentale, a vantaggio di quello etnolinguistico (democratico, politicamente parlando), quale criterio decisivo di determinazione del confine stesso. Pur con le sue tre eccezioni strategiche, il confine italo-austriaco ha comunque un andamento volutamente ricalcato sul tracciato dello spartiacque principale delle Alpi. In questo senso possiamo dire che è un esempio di realizzazione del principio sette-ottocentesco del "confine naturale", alla cui fisicità le eventuali differenze antropiche si riteneva si sarebbero dovute in qualche modo piegare e anzi si fossero già adattate, spontaneamente, nel tempo, così da avere confini "naturali" che "naturalmente" fossero anche storici, culturali, ecc. In realtà è anche un principio che, se spesso è congruo alla razionalità economica e alle esigenze della sicurezza, meno spesso si può calare senza traumi nella realtà culturale pregressa.

Queste considerazioni ci trascinerebbero a richiamare un tema caro ai geografi della prima metà del secolo scorso, quello del ruolo della montagna come fattore di separazione e di differenziazione: un ruolo discutibile, sulle Alpi in particolare.

In questa sede preferiamo limitarci a rammentare che nell'"invenzione" dello Stato-Nazione (inteso come somma di popolo + territorio) si ritenne che, invece di adeguare il terrirorio al popolo, dovesse essere il popolo ad adeguarsi a un territorio preliminarmente pensato. Il che equivale a dire che in questa concezione il contenitore territoriale preesiste al contenuto antropico e al primo dei due il secondo si è già adeguato o è destinato ad adeguarsi.

Una configurazione esattamente opposta offre il confine con la Svizzera. Fra il triconfinale italo-austro–elvetico di Piz Lad e quello italo-franco-elvetico di Mont Dolent, l'andamento mostra lunghe e frequenti diversioni dalla displuviale principale alpina, con circonvoluzioni apparentemente capricciose. Metricamente, su 725 km di confine italo-svizzero, solo 250 km corrispondono alla displuviale, la quale peraltro misura di per sé, tra i due triconfinali poco più di 400 km. In effetti si tratta di un confine di antica origine ("ereditario", nel senso in cui lo usa il Toschi, come abbiamo già detto), ma con una congerie di piccole modifiche susseguitesi fino a tempi recenti relativamente al tratto lombardo-piemontese (non a quello aostano). Ma quel che mette conto rilevare è in realtà il fatto che esso, a differenza di quello austriaco, è scaturito non da un principio ideologico, ma da una sequela di dispute, accomodamenti e scambi intercorsi tra organismi locali o cantonali svizzeri e organismi preunitari italiani (feudali, comunali o statali).

Per contro (come rammenta Adami, studioso dei trattati internazionali concernenti i confini italiani) il confine aostano-vallese tra il Mont Dolent e il Monte Rosa è il stabile e antico d'Italia, rimasto sostanzialmente immutato fin dal

Medio Evo (e, aggiungerei, anche dall'epoca romana imperiale), con il solo intervallo del periodo napoleonico. Si tratta beninteso di un confine "naturale" basato sulla displuviale principale. Questo tratto offre un altro esempio di confine in galleria, quello del Gran San Bernardo.

Invece, per tornare al settore centrale e orientale del confine italo-svizzero, si è manifestata ivi (come già accennato) una frequente dialettica, punteggiata di un susseguirsi di incontri-scontri protrattisi fra il '300 e il congresso di Varese del 1752. Minori divergenze si sono manifestate sporadicamente nei due secoli successivi, fino al 1990. In questa data venne firmata una convenzione di rettifica del confine, relativa a una questione che possiamo considerare anch'essa tipica della tematica confinaria montana. È il caso dell'invaso idrico creato negli anni '70 del secolo scorso in Comune di Livigno, nella valle del torrente Acqua del Gallo a circa 2000 m di quota. Il confine preesistente seguiva i piccoli meandri del corso d'acqua. Col riempimento dell'invaso, obliterato il tracciato curvilineo del torrente, questo è stato sostituito con una spezzata che assicura una reciproca compensazione planimetrica delle superfici lacustri. Altro esempio, ma meno recente, è quello della valle del Reno di Lei, in Comune di Chiavenna dove il problema della costruzione di un invaso in territorio italiano e di parte degli impianti idroelettrici in territorio svizzero, è stato risolto con uno scambio di territori, così da assegnare alla Svizzera il possesso dell'intero complesso impiantistico, ma con obbligo di cedere all'Italia parte dell'energia prodotta.

Volendo riassumere elencativamente le diversioni del confine dalla displuviale principale nel tratto lombardo-piemontese, i salienti (o i rientranti, a seconda dei punti di vista) di maggiori dimensioni che riscontriamo tra il Pizzo d'Andolla e Piz Terza sono sette. Cinque sono a favore della Svizzera (Val Monastero Valle di Poschiavo Val Bregaglia, Canton Ticino,Val Divedro), due sono a favore dell'Italia (Valle di Livigno, Val di Lei). Di gran lunga il maggiore è il Canton Ticino con 2.800 kmq di superficie.

Il confine svizzero, al pari di quello francese, offre alcuni fra i più antichi esempi di confine in galleria – ovvia specificità dei confini collinari e montani. Ricordiamo fra gli altri il Sempione (inizio lavori 1898) e quello italo-francese del Frejus (inizio lavori 1857).

Questo aspetto dà anche lo spunto per rammentare che il confine terrestre, (non diversamente da quello marittimo) non è una linea, ma un piano; non si sviluppa cioè soltanto orizzontalmente in superficie, ma, in base al diritto internazionale, seca verticalmente il suolo, il sottosuolo, il soprassuolo e l'atmosfera almeno fino alla *Von Karman line* (circa 80 km di quota, oltre cui non è più possibile il volo aerodinamico); ma per il sottosuolo non è stato ancora definito un limite di profondità, anche se è discutibile che l'eventuale futuro sfruttamento dell'energia geotermica profonda (considerati i suoi possibili effetti geodinamici sulla crosta terrestre) possa essere unilateralmente realizzato da un paese in base al mero principio di sovranità. Insomma, il principio del diritto romano secondo cui il confine (privato o pubbli-

co) si stende *ab inferis usque ad coela*, non è più accettabile.

Il confine francese debutta col triconfinale di Mont Dolent. I vecchi trattati parlano di un confine che segue la grande catena delle Alpi, sottintendendo quindi un riferimento alla displuviale principale. Ma quasi subito, sul massiccio del Monte Bianco il confine offre materia per controversie, In ballo c'è l'appartenenza della sommità del medesimo, con il suo attributo di "tetto d'Europa". Sulla base di una presunta discrepanza tra testo dei documenti diplomatici (in particolare la Convenzione di Torino del 1861) e cartografia allegata, ha preso avvio una divergente interpretazione e tradizione cartografica tra i due paesi, che, da parte francese, ingloba la sommità del Bianco per intero nel territorio della *Republique*. La controversia verte su circa 70 ha di superficie; disputate sono inoltre anche le prossime aree del Dôme du Goûter e del Col du Geant. La questione è stata affrontata e abbandonata varie volte senza risultato, anche in tempi recenti. È probabile che la soluzione venga affidata ad un arbitrato internazionale.

Altre due controversie sono state invece risolte dalle commissioni miste di confinazione. Uno è il caso di Claviere e l'altro quello di Colla Lunga.

Le due controversie derivano dal trattato di pace del 1947, il quale modificava il confine precedente in quattro aree, intaccando in parte il principio della coincidenza con la displuviale principale. In realtà però nel caso della piccola modifica sul Colle del Piccolo San Bernardo (2,6 kmq), è avvenuto l'opposto; infatti la traslazione verso est riconduce il confine politico alla displuviale, giacché in precedenza il confine scendeva per breve tratto sul versante savoiardo.

Nel caso del centro di Claviere (ad est del Monginevro), invece, ancor prima del 1947 il confine non seguiva perfettamente la displuviale e scendeva brevemente nella valle della Dora. Ma quel che merita più osservare è che in base alla lettera del trattato di pace, la piccola stazione alpina veniva ad essere tagliata in due e privata di alcuni servizi. Nel 1975 è stato raggiunto un accordo in base al quale il confine è stato leggermente modificato a vantaggio dell'Italia, inglobando per intero l'abitato di Claviere. La fortezza dello Chaberton (posta a 3.130 m di quota), celebre per le vicende del conflitto di montagna italo-francese nell'ultima guerra, rimane comunque assegnata alla Francia.

Per Colla Lunga, nelle Alpi Marittime, c'era una contraddizione tra l'indicazione dello spartiacque come linea di confine e la citazione di una serie di toponimi, unendo i cui siti si segue uno spartiacque secondario, che forma una linea più favorevole alla Francia: nel 1989 vi è stata una presa d'atto della validità di quest'ultima linea.

Il resto del confine fino a Marguareis segue la displuviale principale[5], mentre in precedenza si portava più a sud, nelle

[5] Quale sia la displuviale principale nelle Alpi Marittime (e quale sia ivi il limite "geografico" , o meglio orografico, della regione italiana) può essere oggetto di discussione. Nice, nel cap. I del celebre

valli del Varo e della Roia. Quindi scende (lungo spartiacque secondari e attraverso la bassa valle della Roia) a delimitare il territorio ligure fino al mare, che raggiunge lungo un pendio di forte pendenza[6].

Il confine terrestre italiano (confine quasi per intero montano, come abbiamo visto) si stende per circa 1913 km ed è demarcato da 8040 termini. La media di uno ogni 238 ha scarso significato. La densità varia da uno ogni 65 m con la Slovenia (3427 su 223 km), a uno ogni 162 con l'Austria (2645 su 430 km), a uno ogni 584 con la Svizzera (1274 su 745 km), a uno ogni 742 con la Francia (694 su 515 km). La frequenza dei termini è una sorta di "indicatore geopolitico bruto", segnalando (nel momento storico in cui vengono posti) lo stato dei rapporti con il vicino e l'importanza politico-militare (almeno potenziale) del confine stesso. Prima della fine dei "blocchi" e dei grandi cambiamenti politici che hanno interessato l'Europa e i Balcani in particolare, quello con la Jugoslavia era un confine tra due mondi, sebbene quest'ultima propriamente non facesse parte di nessuno dei due blocchi. Era anche un confine pattugliato e in certi tratti, come sul Sabotino, dove gli sconfinamenti potevano essere più probabili, si arriva a un termine ogni 25 m. L'opposto di quello che è avvenuto con la Francia (per ragioni politiche speculari, ma anche per le grandi altitudini) dove, in certi tratti, gli intervalli sono di vari km. In questo senso si può dire che il confine francese, pur essendo delimitato, non è propriamente tutto demarcato (o materializzato, o "monumentato", secondo l'espressione mutuata dall'inglese *monumentated*). Ciò non toglie che alcuni vecchi cippi, di notevoli dimensioni, svettanti sui crinali nudi, diano luogo a una presenza visibile, paesaggisticamente apprezzabile, e siano quindi un'eccezione alla regola che vuole il confine alto-montano quasi insignificante dal punto di vista paesaggistico.

A questo argomento è poi collegato quello della rappresentazione del confine. Dal punto di vista cartografico abbia-

volume TCI "L'Italia fisica" riporta a pag. 13 una carta nella quale il limite scende grosso modo dal Monte Clapier fino a Nizza, inglobando la valle della Roia ed escludendo il Varo. A rigor di termini, se assumiamo che il limite della regione fisica italiana corrisponda alla displuviale principale alpina, allora potremmo rammentare che essa si prolunga fino al colle di Cadibona, dove inizia l'Appennino. Su questa base tutto il versante meridionale delle Alpi Marittime (ivi compreso quello delle Alpi Liguri) dovrebbe ricadere fuori dell'Italia fisica. Il fatto che in quest'ultima vengano comunemente incluse parte delle Alpi Marittime e tutte le Alpi Liguri con entrambi i propri versanti trova forse giustificazione (quanto meno psicologica) nella patente appartenenza linguistica all'Italia di questa area. Ciò però – a mio avviso – costituisce per così dire una incoerenza e una contaminazione tra criteri diversi di individuazione della regione italiana.

[6] Un episodio della problematica confinaria montana (del quale però non ho potuto trovare conferma certa) riguarda alcuni allevatori delle alte valli del Varo e della Roia, (cioè del versante meridionale delle Alpi Marittime) che prima della ultima guerra usavano portare il bestiame all'alpeggio in estate sul versante settentrionale degli stessi rilievi. Lo spostamento del confine sullo spartiacque creò un ostacolo a questa pratica, superato da un accordo che permetteva di ripristinare l'uso.

mo apposite edizioni prodotte dall'IGM in collaborazione con gli omologhi enti dei paesi confinanti, destinate a evidenziare la linea di confine e i relativi termini. Si tratta di tre atlanti: quello con la Slovenia è intitolato *Atlante delle carte e delle mappe del confine tra la Repubblica italiana e la Repubblica Socialista Federativa di Jugoslavia* (anni 1954-1980); abbiamo poi quello del *Confine Italo-Austriaco* (1979-1980) e infine l'*Atlante dei rilievi della linea di confine* (1939-1940), relativo alla Svizzera. Per la Francia invece c'è soltanto una raccolta di carte al 25.000, nelle vecchie edizioni comunemente disponibili. Gli atlanti contengono carte in varie scale. In quello italo-jugoslavo (costituito da 88 fogli) le carte di base sono al 10.000 e al 5.000, con ingrandimenti al 2000 e al 1000. In quello italo-svizzero (55 fogli) le scale vanno dal 25.000, al 10.000, al 5000). In quello italo-austriaco vanno dal 10.000 al 500. L'atlante italo-jugoslavo e quello italo-svizzero contengono, oltre alla rappresentazione della linea di confine e dei suoi termini anche un limitato fondo topografico, una sorta di "nastro" cartografico che per una profondità che va da pochi metri a oltre 1000 (a seconda della scala e delle dimensioni del "nastro") fiancheggia i due lati della linea di confine. I termini vengono resi mediante cerchietti numerati di varia foggia a seconda che siano materializzati (cerchietti vuoti) o virtuali (cerchietti pieni), cioè individuati soltanto da coordinate di latitudine, longitudine, altitudine), oppure che corrispondano anche a punti trigonometrici della rete, a incisioni, a targhe. L'atlante austriaco invece contiene soltanto la linea di confine e i termini, senza fondo topografico o al massimo un fondo ridotto al minimo, con alcuni corsi d'acqua e scarpate schematicamente rappresentati ed edifici prossimi al confine[7].

Ora, se consideriamo che il confine politico terrestre italiano è in larghissima prevalenza un confine montano (di alta, media o bassa montagna) e che è in prevalenza di displuviale (principale o secondaria che sia), allora risulta evidente che gli atlanti dei confini rappresentano anche una cartografia di una parte significativa della montagna italiana anche sotto l'aspetto morfologico (fasce sommitali), oltre che, ovviamente, sotto quello antropico.

Agli atlanti si accompagnano i "libretti" che riassumono il contenuto del "verbale" che viene compilato al momento della messa in posto o della manutenzione di ogni termine, corredato di numerosi dettagli tecnico-costruttivi, metrici e ubicazionali, ivi compresa la foto (nel caso dei confini con la Francia e la Svizzera) o lo schizzo dell'oggetto. I libretti – che sono in corso di informatizzazione e di sostituzione con fogli elettronici – contengono per ogni termine il numero, le coordinate φ, λ, h (latitudine, longitudine e altitudine), la località prossima, la posizione relativa, la specie (cippo, targa, ecc.), l'oggetto naturale o il

[7] Per il confine austriaco era stato composto nel 1922 un atlante costituito da carte al 25.000 con un "nastro" topografico simile a quello degli atlanti italo-jugoslavo e italo-svizzero. Tutti questi materiali sono conservati e gestiti dalla Sezione Confini del Servizio Geodetico dell'IGM.

manufatto a cui eventualmente si appoggia la linea di confine, la distanza orizzontale e l'orientamento magnetico rispetto al termine precedente e infine l'andamento della linea di confine tra cippo e cippo. L'andamento può essere rettilineo oppure corrispondente alla displuviale (o ad altro oggetto "continuo") e, nel secondo caso, tende ovviamente ad essere più o meno curvilineo. Dove è rettilineo corrisponde ovviamente alla linea di minima distanza tra termine e termine, la quale, pur essendo una curva gobba, alle scale comunemente usate per la rappresentazione dei confini e data la brevità dei tratti, viene resa da un segmento rettilineo. Di fatto, sulla montagna alpina il confine si tende oggi concordemente a rettificarlo (con compensazioni di aree) nelle zone dove esso è disposto trasversalmente alla normale direttrice di attraversamento dei valichi montani (controllati o meno); in particolare questa operazione è in corso sul confine austriaco. Il confine viene anche fittamente incippato (o comunque segnalato) nei tratti prossimi ai valichi stessi, che risalgono in quota; invece i termini vanno rarefacendosi nei tratti più lontani dai valichi[8], quindi più alti e meno frequentati. Insomma, potremmo enunciare la regola (ovviamente soltanto tendenziale) per cui la frequenza dei termini è direttamente proporzionale alla frequentazione; e dire anche (pur senza prendere alla lettera questa terminologia matematica) che in linea di massima la frequentazione è inversamente proporzionale all'altitudine, come quest'ultima lo è alla frequenza dei termini; e di questi è ovvia quindi la rarefazione in montagna rispetto a collina e pianura[9].

Le figure che seguono sono foto di termini di confine e stralci di carte dove i termini sono rappresentati.

La funzionalità della montagna come sede di confini è un tema che ha appassionato geografi appartenenti a un passato ormai non più recente. Oggi in Europa, per una somma di ragioni cui abbiamo già accennato, tendiamo ad avvertirlo come un tema ozioso, oltre che *rétro.* Malgrado ciò, parlando di confini alpini non si può non osservare che queste montagne non hanno mai rappresentato un freno efficace al transito di gruppi umani, di culture o di prodotti materiali. E se durante alcuni periodi storici sono state riguardate come un limite di diritto, non sono in realtà mai state un limite di fatto.

Volendo, potremmo ravvisare anche una morfologia favorevole al loro attraversamento. In molti casi le singole catene si diramano ortogonalmente rispetto alla displuviale principale e grandi valli, come quella dell'Adige, penetrano fin

[8] Intendiamo qui il termine "valico" nel senso di "passo montano", cioè di tratto altimetricamente depresso rispetto ai circostanti, che dà adito a una via di comunicazione; diverso quindi dal valico inteso come passaggio doganalmente controllato, che come ovvio non è necessariamente montano.

[9] Sulla faccia superiore dei cippi e delle piastre vengono talvolta incise due frecce aventi in comune il punto di origine. Esse indicano la direzione in cui si trovano i cippi precedente e successivo. Sui cippi del confine francese è invece talvolta disegnata una linea che può essere curva o rettilinea a seconda che l'andamento del confine corrisponda alla displuviale o sia invece rettilineo.

nel cuore delle Alpi mantenendo una pendenza minima, mentre ai fianchi i rilievi si innalzano progressivamente. Soltanto nella testata la pendenza del fondovalle si accentua, quando ormai però il valico è prossimo: una condizione ben diversa da quella che si può creare in aree dove le catene tendono ad assumere un andamento sub-parallelo alla displuviale principale, come ad esempio avviene sul versante meridionale dell'Appennino tosco-emiliano e tosco romagnolo, dove la presenza di bacini intermontani obbliga a più di uno "scollinamento" prima di arrivare alla displuviale principale, oppure, in alternativa, a lunghi aggiramnenti delle catene sub-parallele a quella principale.

Seguendo la chiave interpretativa sopra accennata, può essere utile osservare retrospettivamente la Geografia culturale delle Alpi.

Nell'antichità classica le Alpi centro-orientali erano popolate – sul versante sud come su quello nord – dai Reti, una popolazione acculturata dagli Etruschi e che Tito Livio considerava addirittura di origine etrusca. Analogamente le Alpi occidentali mostravano un'equivalente omogeneità etno-linguistica e popolazioni prima liguri e poi celtiche si insediarono sui entrambi i versanti est e ovest, indifferenti alla "barriera" montana e immuni dalla separazione e differenziazione che avrebbe potuto teoricamente scaturirne. In certi periodi storici alcune realtà statuali (l'Impero asburgico, lo Stato Sabaudo) formalizzarono queste omogeneità culturali alpine, inglobando entrambi i versanti.

D'altronde esempi di "Stati di valico" posti a cavaliere delle catene e interposti con una propria identità storica e culturale montana, sono o sono stati presenti in tutti i maggiori sistemi montuosi del mondo, non solo nelle Alpi (con il macroscopico esempio della Svizzera), ma anche sui Pirenei, sul Caucaso, sull'Himalaya, sulle Ande, contraddicendo così la funzione separativa della displuviale.

Dal punto di vista culturale, sulle Alpi oggi vediamo lingue neolatine (italiano e romancio) presenti sui due versanti (nord e sud) delle Alpi Lepontine, mentre poco più ad est una lingua germanica è parimenti presente su entrambi i lati, analogamente allo sloveno più ad est o al franco-provenzale presente su entrambi i lati delle Alpi occidentali. Insomma, quello che è cambiato rispetto all'antichità è che l'omogeneità etno-linguistica sui due versanti delle Alpi Retiche poggiava un tempo su un baricentro culturale mediterraneo, mentre oggi, con il popolamento germanico, poggia più su un baricentro mitteleuropeo. Ma la costante sembra essere rimasta una tendenziale inefficacia della montagna alpina a tradursi in "limite culturale" o in confine di fatto. Confine di diritto il limite oro-idrografico alpino lo è diventato (seppure parzialmente) in epoche molto diverse: confini amministrativi dell'Impero romano in età augustea (con l'eccezione del Regno federato dei Cottii) e confini politici nel XIX e XX secolo, scaturendo da un disegno intellettuale concepito per scopi di razionalità politica (o anche economica) e/o in omaggio a principi ideali e a sentimenti patriottici, di cui il nostro Risorgimento è

espressione eminente. Alla loro base vi erano quindi visioni e dialettiche non localistiche, ma di più ampio respiro politico. Nel XXI secolo in Europa il pendolo della Storia sembra oscillare in senso sempre più marcatamente sovranazionale, ed è così che oggi, transitando in quota, possiamo anche dimenticarci il passaporto.

Bibliografia

ADAMI VITTORIO, *I confini d'Italia nelle concezioni storiche, letterarie e scientifiche*, Milano, Cogliatti, 1917.

ADAMI VITTORIO, *Storia documentata dei confini del Regno d'Italia,* vol I-Confine francese; vol.II-Confine italo-svizzero; vol.III-Confine italo-austriaco; vol.IV-confine italo-yugoslavo, Ministero della Guerra, 1919, 1927, 1930, 1937.

ALMAGIÀ ROBERTO, *L'Italia*, vol I, II, Torino, UTET, 1959.

BARGAL Y., "Boundaries as a topic in geographical education", in *Political Geography*, vol 12, n. 5, 1993, pp. 421-435.

BATTISTI CARLO, *Il confine sul Brennero,* in Società Geografica Italiana (a c.), *Quaderni geografici di attualità, Serie I: I confini d'Italia*, 1948, pp. 15.

BATTISTI CARLO, *Il confine tra la Rezia e il Norico nella valle della Rienza*, estratto da *Raetia*, n.1, gen-mar 1933.

BELTRUTTI GIORGIO, *Briga e Tenda – Storia antica e recente*, Bologna, Cappelli, 1954.

BIONDI NEVA, et AL. *Il confine mobile – Atlante storico dell'Alto Adriatico 1866-1992,* Istituto regionale per la storia del movimento di liberazione nel Friuli-Venezia Giulia, Monfalcone, Edizioni della Laguna, 1996.

DAINELLI GIOTTO, *Le Alpi*, voll. I e II, Torino, UTET, 1963.

IGM, *Confini nord-orientali d'Italia*, carta 1:500.000, 1962.

ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE, *Raccolta dei principali trattati e convenzioni riguardanti la frontiera italo-svizzera (Canton Ticino),* IGM, 1902.

ITALIA (L') FISICA, *Conosci l'Italia*, volume I, Milano, Touring Club Italiano, 1957.

LIZZA GIANFRANCO, "Funzione e defunzionalizzazione dei confini", in *Scritti in onore di Giorgio Valussi*, in corso di stampa.

LORENZI ARRIGO, "La funzione politica delle Alpi", in *Rivista Geografica Italiana*, apr-mag 1916, pp. 153-176.

LUSSO GINO, "I cambiamenti storici di una frontiera: i due versanti delle Alpi occidentali, in *Geothema 1, Aree e problemi di una regione di transizione – Escursioni geografiche in Piemonte*, a c. di Sergio Conti e Gino Lusso, Bologna, Patron, 1986-1990, pp. 3-14.

MARRESE GUIDO, "Il confine di Stato sul Monte Bianco nella cartografia italiana e francese", in *L'Universo*, 1981, n. 4, pp. 505-520.

MARRESE GUIDO, "Riunione italo-francese per il confine di Stato", in *L'Universo*, 1981, pp.153-154.

NORCEN ANTONIO, "Confini politici, limiti e termini amministrativi", in *L'Universo,* maggiu. 1959 , pp. 547-556.

NORCEN ANTONIO, "Su alcune rettifiche del confine italo-svizzero", in *Bollettino della Società Geografica Italiana*, 1958, pp. 445-450.

PAULY-WISSOWA, *Realencyclopädie der classischen Altertumswissenschaft,* Stuttgart, 1894-

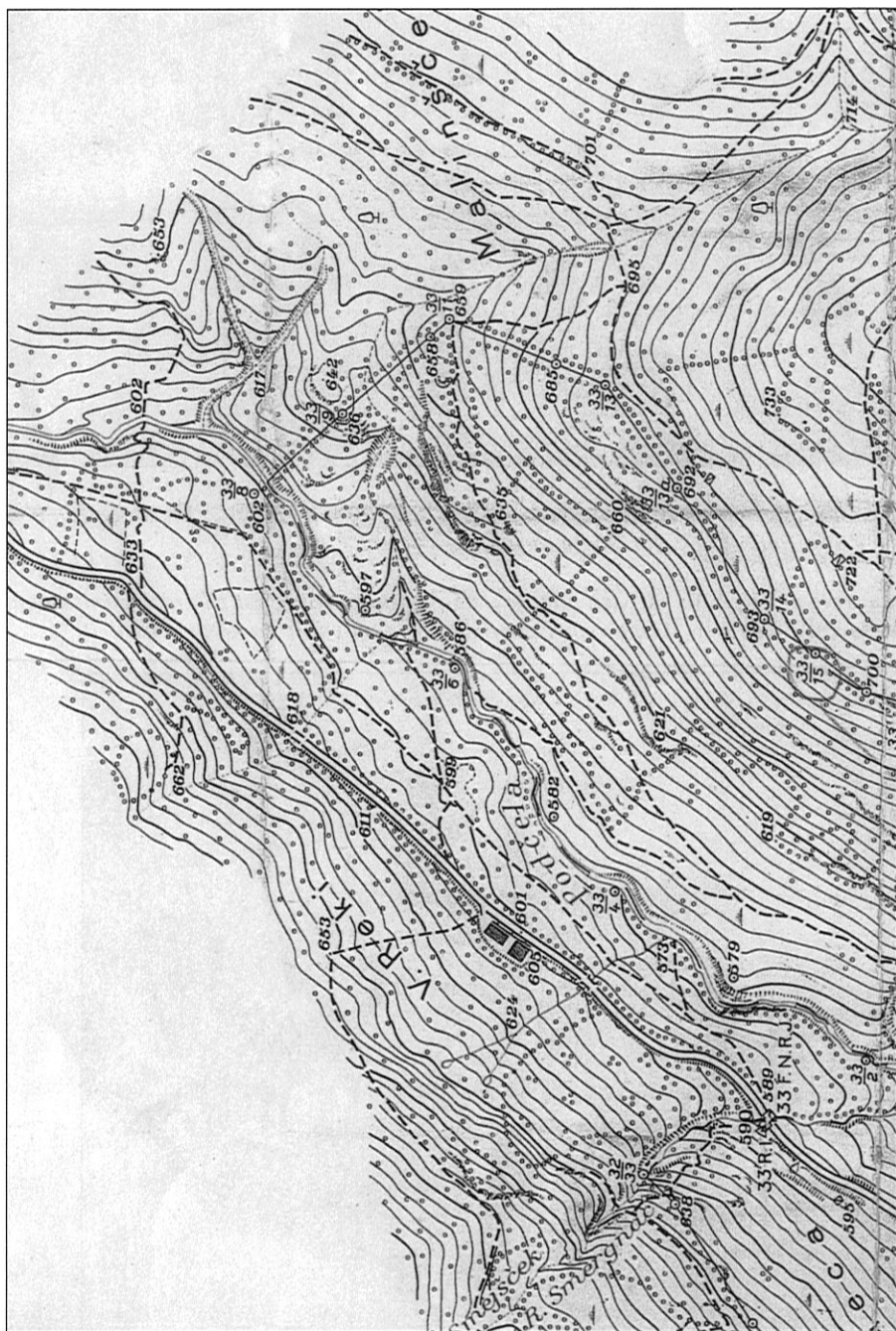
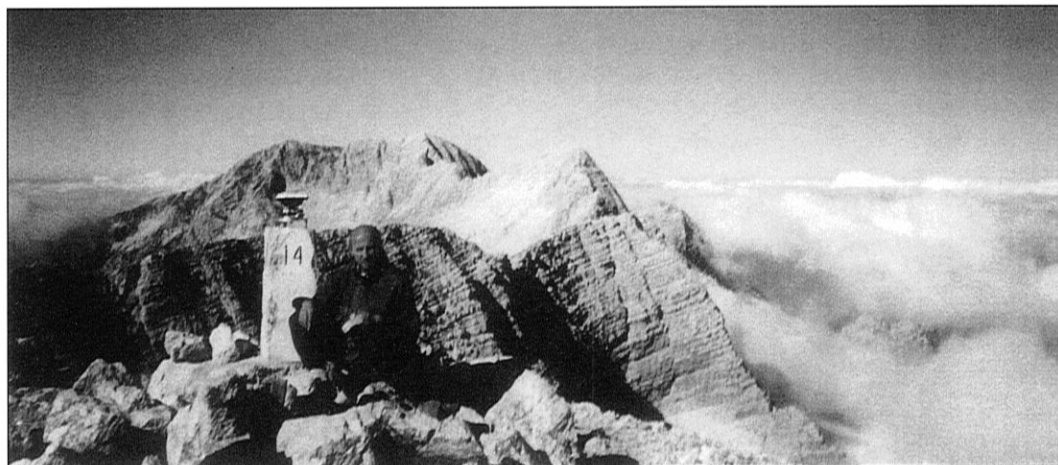
PELLEGRINI GIOVANNI BATTISTA, *Carta dei dialetti d'Italia*, Pisa, Pacini, 1977.

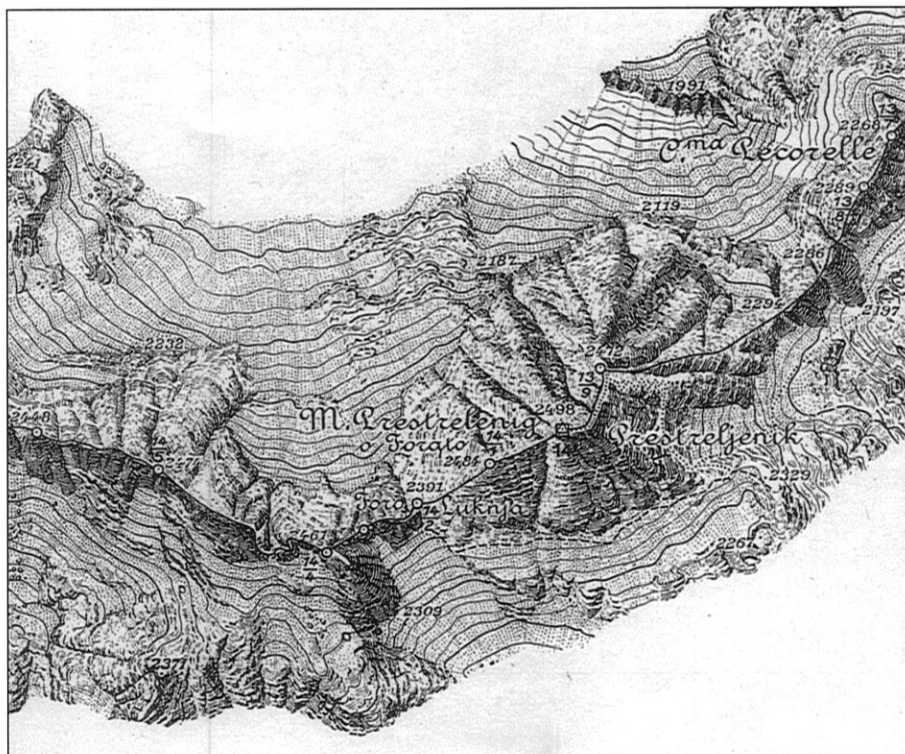
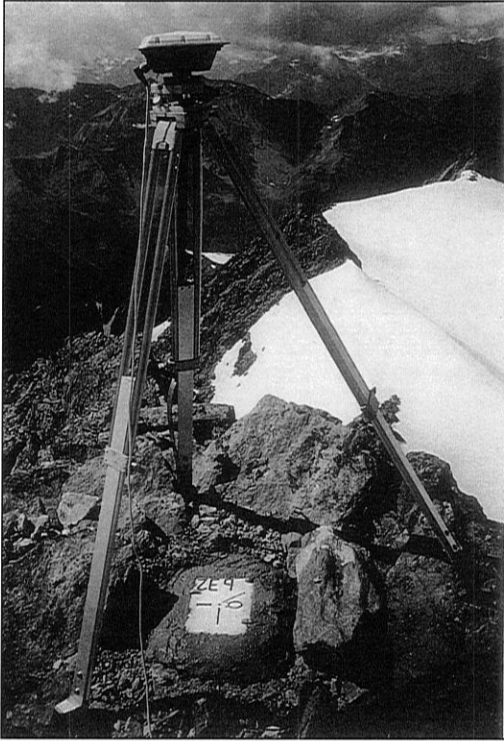
PRESCOTT J.R.V., *Political frontiers and boundaries*, London, Allen & Unwin, 1987.

Rapporto della Commissione italo-svizzera per la misurazione dei confini di Stato, il *L'Universo*, 1985, f. 4, pp. 533-534.

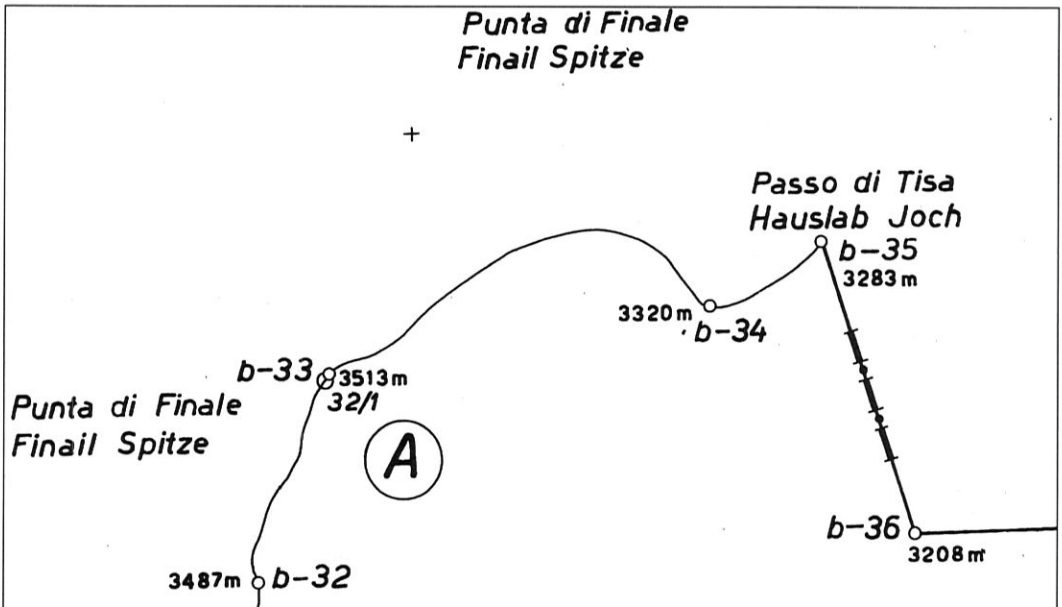
RONCAGLI G., "Linee di nazionalità e frontiere naturali", in *Bollettino della Società Geografica Italiana*, 1918, f. 1-2,pp. 114-117.

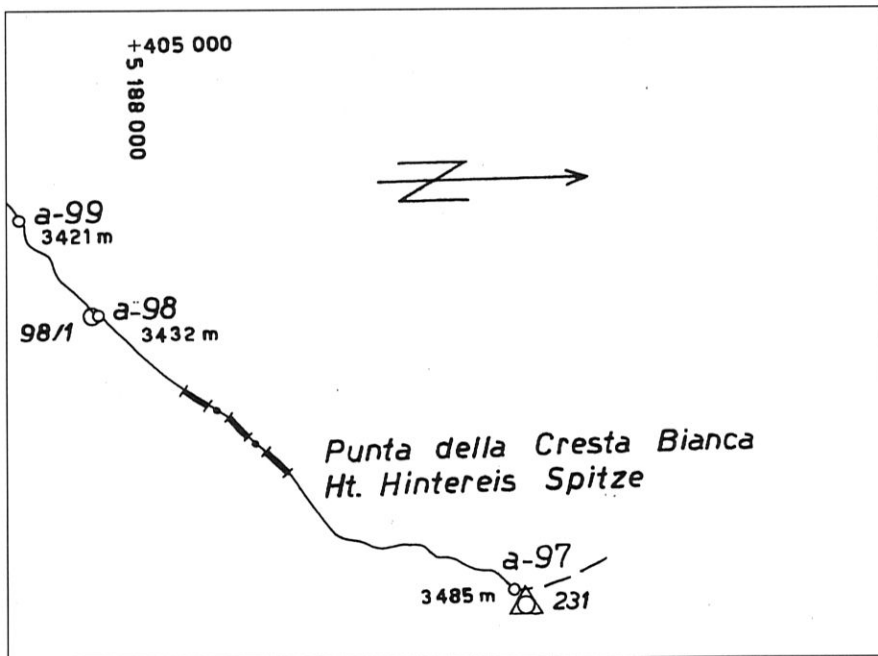
SOCINI ROBERTO, "Le norme internazionali sui confini terrestri degli Stati", in *L'Universo*, 1956, pp. 513-526.
TOSCHI UMBERTO, *Appunti di Geografia politica*, Roma, Cremonese, 1958.
VALUSSI GIORGIO, "Nuovi orientamenti nella geografia dei confini politici", *in Rivista Geografica Italiana*, ed. 1976, pp. 41-72;
VALUSSI GIORGIO, *Il confine nordorientale d'Italia*, Trieste, Lint, ed. 1972; ed. 2002.
VARDABASSO SILVIO, "La questione del confine politico italo-jugoslavo dal punto di vista fisico", in *La Venezia Giulia terra d'Italia* , Venezia, La Società Istriana di archeologia e storia patria, 1946
ZANUSSI GIACOMO, "Caratteri militari dei confini della Patria", in *Quaderni* de *La Nazione Militare*, 1937.

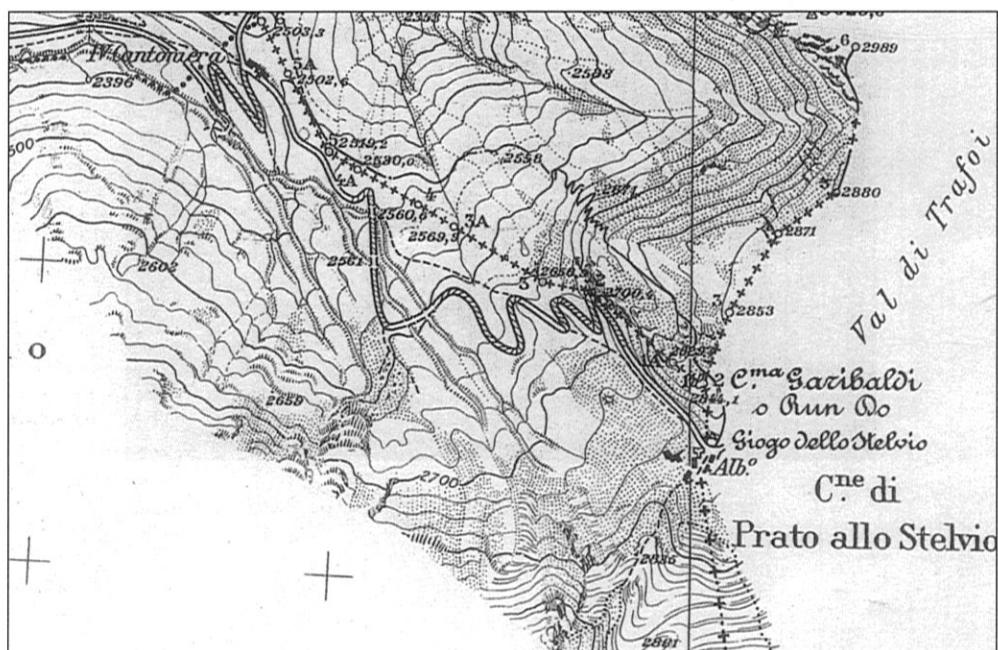
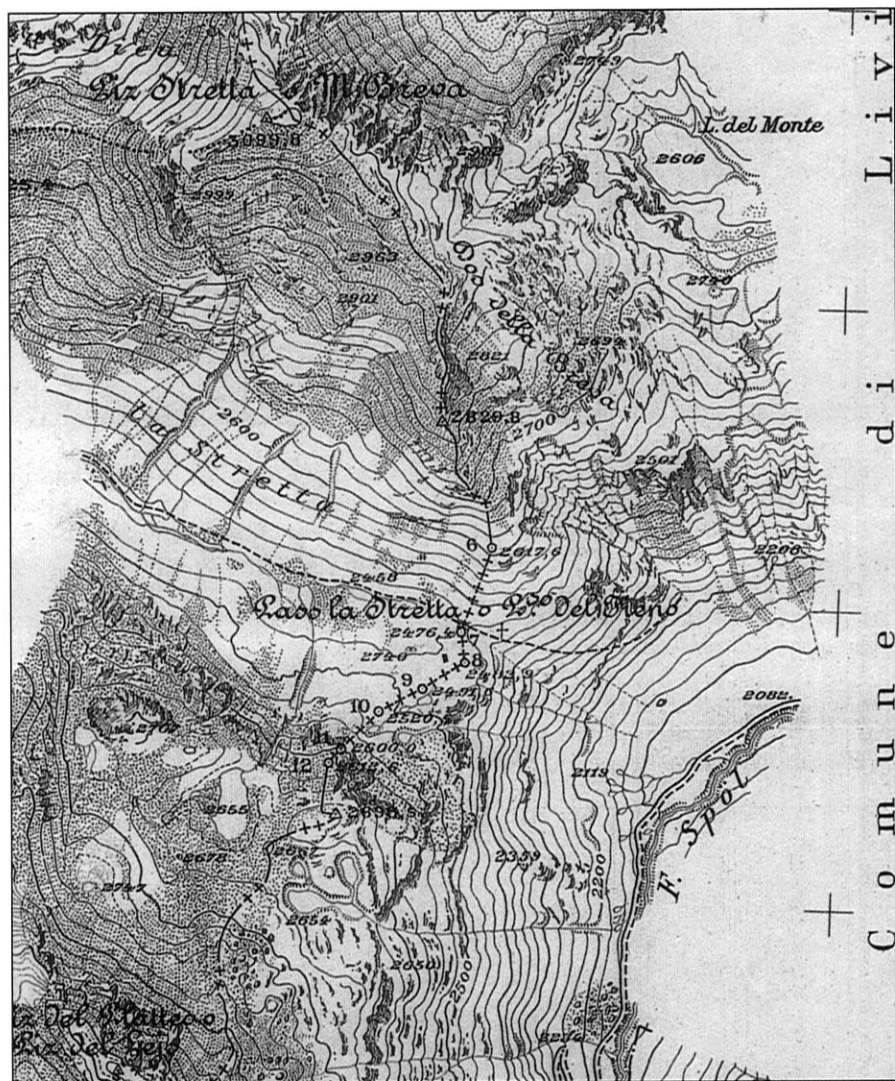
1.A) *Confine italo-sloveno, Prealpi Giulie: palina segnalante il cippo n. 33/6 posto nell'alveo asciutto del torrente Rieca (Podcela in sloveno), presso il valico Cepletischis (Libek in sloveno), tra il monte Colovrat e il Mataiur, a circa 600 m di quota.*

1.B) *Stralcio della carta n. 26 (1:5000) appartente all'* Atlante delle carte e delle mappe del confine tra la Repubblica italiana e la Repubblica Socialista Federativa di Jugoslavia: *lo stralcio contiene la rappresentazione del cippo 33/6 visibile nella precedente foto 1.A.*

2.A) *Confine italo-sloveno, Prealpi Giulie: cippo n. 14 posto sul Monte Forato (o Prestrelenig), a m 2498, tra il Passo Predil (a nord) e Sella Nevea (a sud).*

2.B) *Stralcio della carta n. 11 (1:10.000) dell'atlante italo-jugoslavo, contenente la rappresentazione del cippo 14 ripreso nella foto 2.A. Il cippo corrisponde anche a un punto trigonometrico.*

3.A) *Confine italo-austriaco, Alpi Venoste: piastra n. b/32, a sud di Punta di Finale. Sulla piastra è appoggiata una apparecchiatura per il rilevamento satellitare delle coordinate.*

3.B) *Stralcio della carta n. 2 (1:10.000) del* Confine Italo-Austriaco *(atlante) dove è riportata la piastra b/32, sopra raffigurata in foto.*

Punta di Finale
Finail Spitze
Passo di Tisa
Hauslab Joch
b-35
3283 m
3320 m
b-34
b-33
3513 m
32/1
Punta di Finale
Finail Spitze
A
b-36
3208 m
3487 m
b-32

4.A) *Confine italo-austriaco, Alpi Venoste: cippo n. a/97, Punta della Cresta Bianca, m 3485, presso Curon Venosta. Stessa apparecchiatura indicata nella foto 3.A.*

4.B) *Stralcio della carta n. 11 (1:10.000) del* Confine Italo-Austriaco *(atlante) dove è riportato il cippo a/97 della foto 4.A.*

5.A) *Confine italo-svizzero, Alpi Retiche: cippo n. 2, presso Cima Garibaldi (o Run Do), non lontano dal Passo dello Stelvio.*

5.B) *Stralcio dalla carta n. 1 (1;25.000) dell'*Atlante dei rilievi della linea di confine, *relativo al cippo n. 2 della foto 5.A.*

6.A) *Confine italo-svizzero, Alpi Retiche: cippo n. 6, presso la Forcola di Livigno.*

6.B) *Stralcio della carta n. 6 (1:25.000) dell'*Atlante dei rilievi della linea di confine, *dove è rappresentato il cippo n. 6 visibile nella precedente foto 6.A.*

7.A) *Confine italo-francese, Alpi Cozie: cippo n. 36, situato sui Monti della Luna, a sud di Claviere, tra Cima Fournier e Col de Chabaud. È uno dei cippi monumentali posti nel 1823 a demarcare il confine tra il restaurato Regno di Francia e quello di Sardegna. Si può notare l'incisione del giglio. Il cippo è visto dal lato francese. Come in tutti i cippi, le indicazioni di appartenenza statale, come lettere, simboli, ecc. sono poste sul lato che guarda il territorio dello Stato a cui si riferiscono. L'opposto avviene per le piastre. In questo caso il cippo non è stato tuttora cartografato; la sua ubicazione è comunque all'interno della tavoletta 66.I.SO.*

8.A) *Confine italo-francese, Alpi Marittime: cippo n. 176, situato a ovest del Col di Tenda. A sud-est si vede il Fort de Giaure, in territorio francese. Sul cippo è appoggiata un'antenna di ricevitore Trimble che utilizza il sistema GPS.*

8.B) *Stralcio della tavoletta 91.III.NO, con il cerchietto vuoto indicante il cippo n. 176 visibile nella foto 8.A.*

LA "LETTURA" DEI PROCESSI MORFOGENETICI NELLA CARTOGRAFIA DELLA MONTAGNA

Lucilia Gregori (*)

(*) Università degli Studi di Perugia

[...] per avere tale visione sinottica delle carte, necessita però non solo leggere ma interpretare [...] Appare quindi giustificato l'affermare che chi sa leggere ed interpretare la carta di una regione, ne ritrae le stesse impressioni che sorgerebbero dalla diretta impressione di quella regione [...] (Capello, 1968) ed ancora [...] *preso inizio dall' analisi delle componenti del paesaggio e cioè delle forme del terreno, dell'idrografia, del rivestimento vegetale e delle costruzioni umane [...] si deve giungere alla sintesi conclusiva costituita dalla ricostruzione del paesaggio* [...] (Mori, 1969).

Queste note bibliografiche denunciano l'esigenza sentita dagli Autori di fare un passo avanti nella lettura delle carte topografiche per arrivare ad interpretare al meglio il "paesaggio geografico" (Capello, 1968).

Le discipline geomorfologiche, attente alle forme ma anche ai processi, permettono di proseguire il percorso "interpretativo" alla luce degli importanti passi che la ricerca ha compiuto, in questi ultimi anni, nel settore geomorfologico.

In particolare la lettura della carta topografica può risultare interessante anche a chi si avvicina alla montagna a vario titolo (escursionisti, appassionati, naturalisti, operatori turistici ecc...) e non esclusivamente in ambito scientifico o professionale, ma voglia osservare meno superficialmente il paesaggio (*sensu* Ecologia del paesaggio) (Ingegnoli, 1993).

La cartografia ufficiale dell' IGM (Carta d'Italia) costituisce un insostituibile strumento di lettura, conoscenza, identificazione e classificazione dei processi morfogenetici responsabili del modellato superficiale rappresentato; le carte topografiche a varia scala, sia che si tratti di tavolette alla scala 1: 25.000 o al 50.000 o di carte derivate alla scala 1: 10.000/5.000 (C.T.R., ortofotocarte ecc...) rappresentano una base non solo di lavoro, ma uno *start* conoscitivo fondamentale per una immediata acquisizione delle caratteristiche fisiche generali di una zona, oggetto di studio, anche attraverso approcci disciplinari diversi.

In particolare, la topografia nella "oggettività" dei simboli e dei "segni" fornisce indirettamente all'attenzione degli specialisti, elementi importanti ed utili alla individuazione ed alla conoscenza dei processi e delle forme che hanno portato alla genesi ed all' evoluzione del paesaggio rappresentato.

Il geologo ed il geomorfologo, in particolare, sono consapevoli che quanto emerge topograficamente è causa ed effetto del modellato superficiale risultante: le forme topografiche, infatti, rappresentano "il rilievo" che costituisce il risultato dei processi morfogenetici. Essi, infatti, "scolpiscono" il substrato litologico disegnando profili di vario tipo, versanti e sezioni vallive di varia tipologia, eventuale presenza di discontinuità, convessità o concavità, forme di erosione e/o sedimentazione, ecc... e tutte queste caratteristiche morfologiche raccontano la storia "vissuta" ed, a loro volta, possono essere causa di processi in atto e/o in evoluzione come, ad esempio, la morfogenesi carsica (Fig.1).

Fig. 1) *Tav. ASSISI F. 123 IIISE - Morfogenesi carsica: doline (i "Mortari") presso la cresta del M. Subasio.*

Una disciplina come la geomorfologia, avendo il supporto dei fattori strutturali studia ed individua questi rapporti causa effetto, intercorrenti tra agenti (del modellamento), fattori (strutturali) e condizioni (climatiche) (Panizza, 1995), riuscendo a "leggere" e soprattutto "interpretare" la topografia, accreditando ad ogni forma un agente, un processo o un insieme di essi. Da questo tipo di analisi, i dati desunti ed interpretati possono essere "tradotti" attraverso l'elaborazione di cartografie tematiche, specialistiche come quelle geomorfologiche. Tale strumento conoscitivo ha rappresentato, nell'ambito delle discipline geografico/fisiche e/o geologiche, un importante passaggio nella ricerca, in particolare in quella applicata alla gestione del territorio, permettendo di produrre elaborati che costituiscono base di partenza e di confronto nelle indagini geologiche condotte con il metodo tradizionale.

L'ambiente montano è particolarmente adatto alla lettura ed alla comprensione dei processi morfogenetici, alcuni dei quali sono esclusivi di quelle altitudini, ove si evolvono o si sono evoluti in passato ed è caratterizzato da forme ben definite (circhi e valli glaciali, horn, ecc...) e perciò strettamente legate a questo ecosistema. La realizzazione delle cartografie ad esso relative, appaiono oltre che "scenografiche" anche di lettura ed interpretazione immediate. Gli agenti ed i processi morfogenetici che "scolpiscono" a quote, talora elevate, danno luogo a morfotipi tipici ed inequivocabili (Fig. 2).

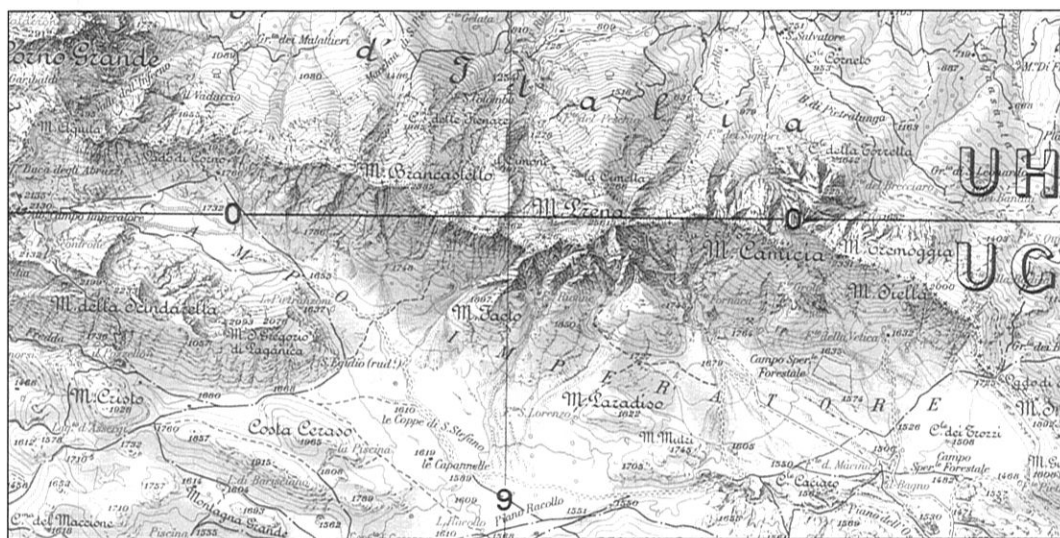



Fig. 2) *F. 137 TERAMO - Evidenze topografiche e morfologiche della struttura geologica a nord di Campo Imperatore (Gran Sasso).*

La cartografia, seppur alla scala 1/100.000, del massiccio più importante dell'Appennino centrale (Gran Sasso) fornisce una immediata percezione dei processi morfogenetici e dell'ambiente morfoclimatico locale: i circhi glaciali (scavati dall'ultima glaciazione) esposti a nord, le ampie conoidi sul versante meridionale alimentate oltre cha dai fenomeni di *weathering* da deflussi saltuari ma ingenti, da valanghe ecc..., i *flatirons* identificabili in corrispondenza dei versanti ecc... sono alcune delle informazioni contenute tra i "segnali" della topografia.

Nel paesaggio dell' Appennino Umbro-Marchigiano, in particolare, anche se le quote non raggiungono quelle che, nell'immaginario collettivo, sono tipiche di montagne come le Alpi, e nel territorio umbro i rilievi, senza dubbio, sono ben rappresentativi, nelle loro forme, dell'ambiente montano.

La "lettura" dei "segni" topografici

Il segno e/o il simbolo che il cartografo usa per rappresentare il paesaggio è una importante chiave di lettura per il geomorfologo che non si ferma alla univocità della rappresentazione grafica, ma attraverso di questa assume interessanti informazioni.

Un paesaggio in evoluzione, in "movimento" lascia evidenze morfologiche ed idrografiche chiaramente rilevabili, se ben interpretate da chi legge la simbologia nella rappresentazione topografica: rotture di pendio (Fig.3) lungo i versanti, contropendenze, discontinuità altimetriche e/o planoaltimetriche, allineamenti di vario tipo, particolarità o "anoma-

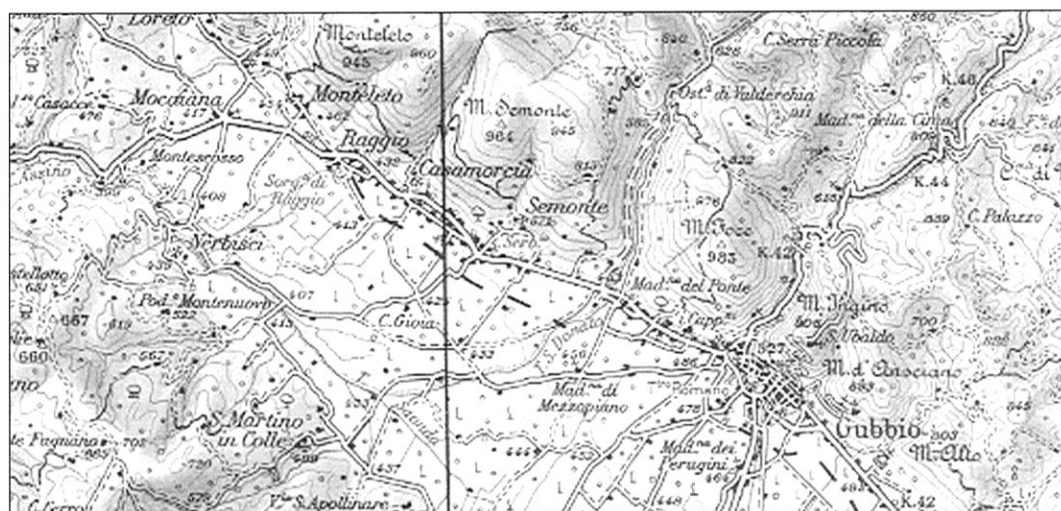



Fig. 3) *F. 16 GUBBIO - La depressione tettonica di Gubbio.*

lie" nel *pattern* idrografico (Fig.4), morfotipi specifici ecc... consentono un quadro sintetico basato sull'analisi di numerosi parametri che sono, di fatto, semplicemente topografici.

Gli agenti morfogenetici (acque correnti incanalate, ghiaccio, vento, uomo ecc...) scolpiscono le rocce del substrato producendo forme che si differenziano in funzione della tettonica locale, delle ca-

Fig. 4) *Tav. CASTEL RITALDI F. 131 IIINE - Anomalie del pattern idrografico.*

ratteristiche meccaniche delle rocce e, pertanto a secondo del litotipo in affioramento derivano morfosculture diverse e talora tipiche ed esclusive di quel particolare processo morfogenetico, in un rapporto biunivoco di causa-effetto (Panizza, 1988; Panizza & Piacente, 1995) Il modellato superficiale finale di un territorio viene, a volte, ulteriormente "complicato" dall'attività tettonica che si "esprime" attraverso forme (ad esempio le faccette triangolari) ben precise (Fig.5). La scarpata di faglia che si rileva alle spalle dell'abitato di Cesi è topograficamente ben evidente ed indica sia l'attività tettonica sia l'energica erosione lineare esercitata dai corsi d'acqua diaclinali.

I versanti

Il semplice andamento delle isoipse e la loro densità può fornire indizi sulle caratteristiche litologiche ed evolutive dei versanti, viene quindi superata la mera osservazione topo-geografica e si acquista una conoscenza del territorio che assume, in alcuni casi, un importante ruolo applicativo.

L'andamento delle isoipse può, ad esempio, segnalare la presenza di fenomeni gravitativi *s.l.* indiziati da "difetto" di volumi nelle aree sommitali dei versanti ed un "eccesso" alla base. Tale disequilibrio è riconoscibile topograficamente e costituisce un indizio morfologico relativo ad aree dissestate. (Fig.6). In una cartografia di dettaglio (scala 1/10.000) è chiaramente riconoscibile un esteso corpo di frana anche attraverso gli indizi topografici (discontinuità nel profilo longitudinale del versante, elementi idrografici ecc...).

Per citare un esempio clamoroso di "frana", la cartografia relativa all'area di Sarno (Campania) costituisce un esempio di leggibilità dei fenomeni evolutivi del versante sud-occidentale della struttura incombente sulla pianura di Sarno; sono infatti evidenti il controllo strutturale della zona (attraverso morfotipi strutturali co-

Fig. 5) *Tav. CESI F. 138 IVNE - Evidenze topografiche-morfologiche della "faglia di Cesi".*

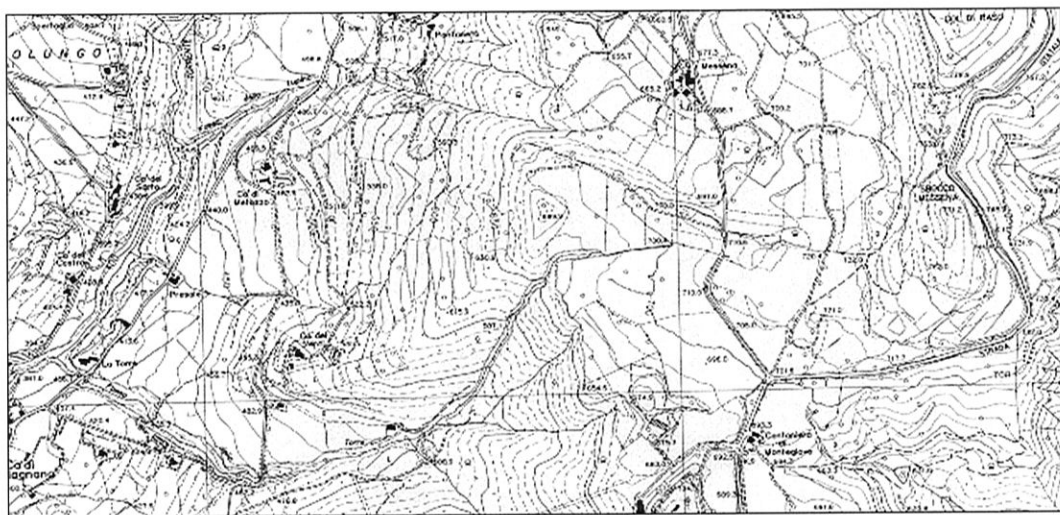



Fig. 6) *F. CTR R.U. Sez. n° 289030 S. Giustino - La frana di Messena (Città di Castello).*

me le faccette triangolari) e l'energica erosione regressiva dei corsi d'acqua che hanno "disegnato" una vistosa scarpata d'erosione verso monte ed accumulato una fascia di depositi pedemontani verso valle, a monte dell'area antropizzata (Fig. 7).

Le discontinuità, le scarpate e/o le rotture di pendio lungo i versanti, interpretati in "chiave geologico-geomorfologica" possono "significare" variazioni li-

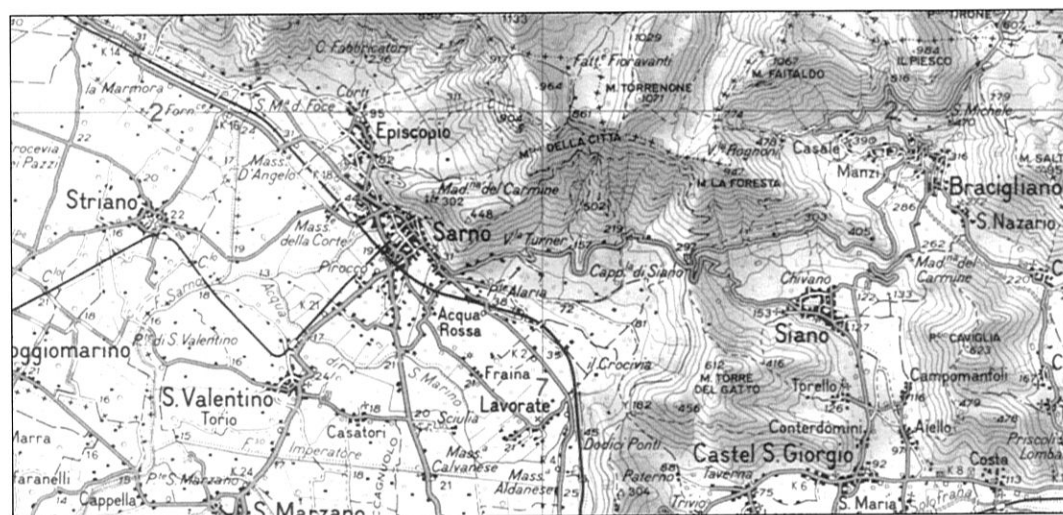



Fig. 7) *F. 185 SALERNO - Energica erosione di testata ed accumulo di depositi pedemontani a valle lungo il versante orientale del rilievo di Sarno.*

Fig. 8) *Tav. TREVI F.131 ISO - Variazioni di pendenza controllate da variazioni litologiche e strutturali.*

tologiche e/o sedimentologiche, discontinuità strutturali (fenomeni di morfoselezione, versanti a gradinata, faglie, joints) soprattutto se queste indicazioni sono supportate ed integrate da altri elementi topografici interpretati in maniera coerente (Fig.8). La topografia, a monte dell'abitato di Trevi, indizia una forma assimilabile ad un *flatiron* che si differenzia quindi per acclività e per caratteristiche litologiche dal versante sovrastante: assetto degli strati, discontinuità litologiche e tettoniche, controllo dell'idrografia sono alcuni degli elementi riconoscibili nella topografia ed atti alla identificazione di forme e processi.

Il "passaggio litologico" che segna il contatto tra rocce aventi caratteristiche diverse, è indiziato da variazioni della pendenza, dalla genesi di morfotipi come i coni detritici o di deiezione, da variazioni nel *pattern* idrografico, dalla diversa distribuzione delle associazioni vegetali e, talora della presenza antropica (Figg. 9, 10).

Il passaggio tra i rilievi montani e le zone pianeggianti può essere sfumato (Assisi) attraverso depositi pedemontani o decisamente brusco (Pian Grande) ed, in entrambi a casi la rappresentazione topografica testimonia ed identifica le caratteristiche litologiche e strutturali presenti (il disegno delle isoipse denuncia i depositi gravitativi alla base dei rilievi del M. Subasio mentre la quasi brusca interruzione delle stesse alla base del M. Vettore denuncia un controllo strutturale).

Tutti questi elementi si presentano con caratteristiche locali diverse che un lettore, competente nel suo settore disciplinare, coglie immediatamente nella cartogra-

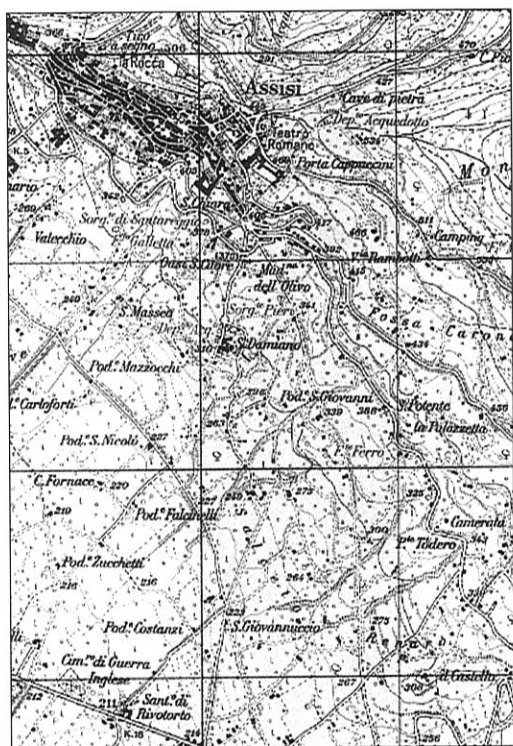



Fig. 9) *Tav. ASSISI F. 123 IIISE - Fascia pedemontana di raccordo tra il versante occidentale del M. Subasio e la Valle umbra.*

Fig. 10) *Tav. NORCIA F. 132 IIINE - Variazioni della pendenza tra i rilievi ed il Pian Grande.*

fia; l'identificazione di questo tipo di indizi non solo rende ragione, ad esempio, di diversi litotipi affioranti (e già sarebbe un importante risultato) ma racconta le caratteristiche e l'evoluzione paleogeografica, ma anche quella ambientale/storica, di un territorio.

Fenomeni di morfoselezione sono stati, localmente, talmente attivi da realizzare "singolarità geomorfologiche" come quelle osservabili in aree come Civita, Bagnoregio, Orvieto, Lubriano ecc... (Figg. 11, 12) dove si rileva la presenza di estese superfici litostrutturali costituite da rocce coerenti che poggiano su rocce incoerenti ed erodibili. Tale ripiano strutturale appare chiaramente riconoscibile da una "grafica" che segue l'andamento delle isoipse mentre le sottostanti argille sono denunciate da quelli che morfologicamente vengono identificati come "calanchi" (Fig. 13) e da locali fenomeni di dissesto.

Pattern idrografico e struttura

Il litotipo in affioramento è "segnalato" non solo dall'acclività del pendio e dall'elevata densità delle isoipse (Fig.14:

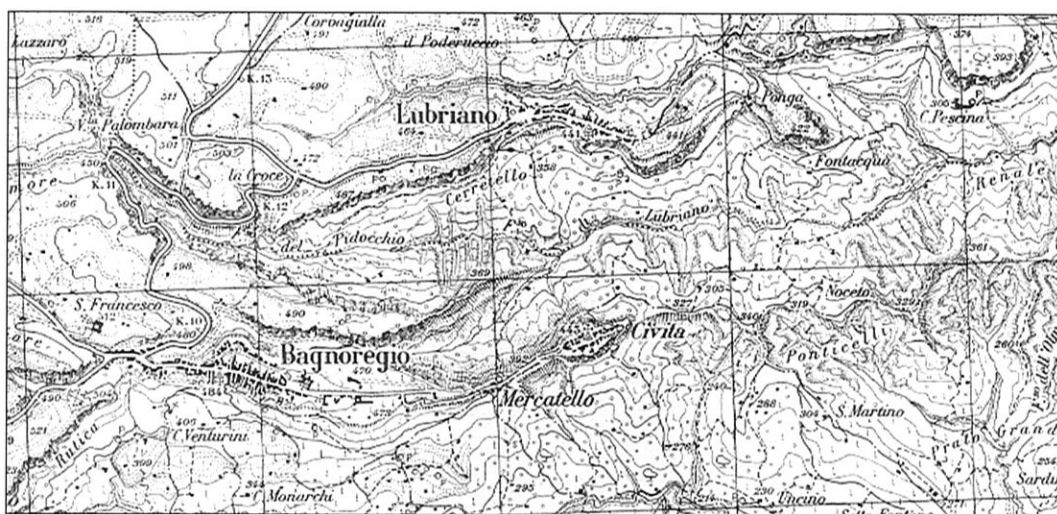



Fig. 11) *Tav. BAGNOREGIO F. 137 IVNE - Fenomeni di litoselezione*

le discontinuità plano-altimetriche segnalate dall'andamento delle isoipse possono essere legate a fattori strutturali di tipo statico e/o dinamico), ma molto chiaramente anche dal *pattern* idrografico (Panizza, 1988). Il rapporto tra pattern idrografico e substrato litologico è

Fig. 12) *Tav. ORVIETO F. 130 IISE - La "mesa" di Orvieto: morfotipo strutturale.*

Fig. 13) *Tav. ATTIGLIANO F. 137 ISO - Paesaggio a "calanchi".*

molto stretto e la loro relazione consente di indiziare abbastanza univocamente il tipo roccia che costituisce il substrato presente (sempre in associazione ad altri elementi come l'acclività, assetto o con morfotipi specifici ecc...). La stretta dipendendenza o meglio condizionamento tra deflusso superficiale e litotipo permette, in prima approssimazione, di individuare i geotopi (Forman, 1995) ed, insieme ad altri parametri (coesione, stratificazione, permeabilità, vegetazione, depositi ecc...) desumibili topograficamente, identificare e definire le "unità di paesaggio" (Ingegnoli, 1993). La omogenità litologica è anche omogeneità nelle caratteristiche idrografiche, mentre una variazione graduale o improvvisa di tali parametri indica una variazione negli affioramenti litologici o nel "comportamento" del substrato. Un attento "lettore" può, in prima approssimazione, attraverso l'idrografia, avere un'idea immediata anche se talora abbastanza generica (ma non tanto distante dalla realtà) delle caratteristiche più importanti di un territorio.

Fig. 14) *Tav. NICCONE F.122 INO - Discontinuità plano - altimetriche riconoscibili lungo versanti del rilievo.*

Da quanto detto si configura, quindi, uno schema concettuale tra *pattern* idrografico (Panizza, 1988, 1995), forme e substrato che, così tarato, consente di leggere immediatamente le caratteristiche litologiche del paesaggio topografico; scendendo nel dettaglio il disegno idrografico fornisce, con tutti i suoi particolari, informazioni anche sulle caratteristiche evolutive del substrato.

È ovvio che il deflusso idrico si dirige da monte verso valle, sotto l'azione della forza di gravità, secondo la strada "più economica" in termini energetici che, genericamente è rappresentata, più o meno, dalla linea di massima pendenza: ogni deviazione da questo comportamento "canonico" denuncia un controllo strutturale o una particolare tendenza evolutiva: deviazioni improvvise del tracciato fluviale, gomiti, catture, confluenze anomale (Figg.4, 15) o controcorrente, deflussi centripeti e concentrati (Fig.16) talora lungo una direzione ecc... rappresentano il segnale di variazioni, potenziali o in atto, dell'andamento della superficie topografica ed il sintomo di un processo che può essere ormai inattivo e/o in atto (Bisci & Dramis , 1992).

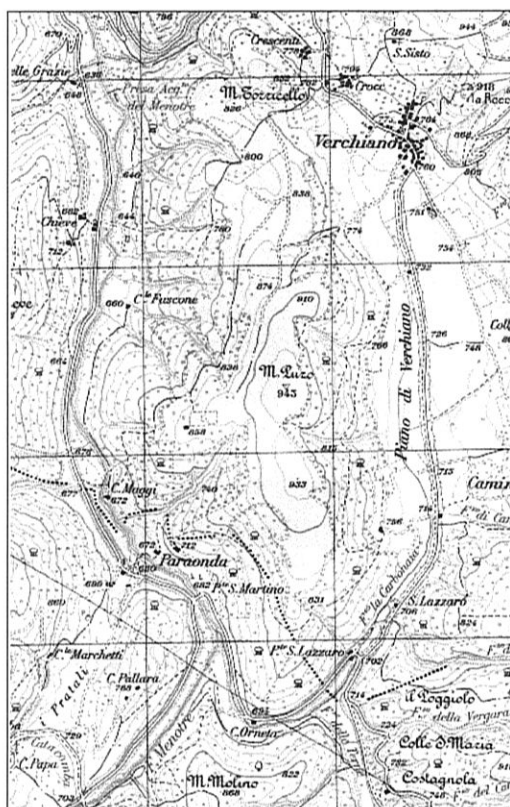



Fig. 15) *Tav. CASENOVE F.131 INE - Deviazione significativa del tracciato fluviale del F. Menotre e dei suoi affluenti.*

Fig. 16) *Tav. SELLANO F. 31 IISE - Deflusso centripeto nella zona a sud di Sellano.*

Le aree di testata del F.so Rovicciano e del F. Menotre, ad esempio, denunciano con le loro "anomalie" di tracciato situazioni tettonico-strutturali sia statiche che dinamiche (Panizza, 1995). L'alto corso del F. Menotre si realizza in corrispondenza delle strutture Appenniniche (Umbria) ed attraverso una vistosa deviazione osservabile nel suo *pattern* ed in quello dei suoi affluneti (Fig.15) si ricostruisce un "paelodeflusso" e l'evoluzione paleogeografica ed ambientale. L'evidente fenomeno di cattura testimonia una inversione nel senso di scorrimento e tale comportamento è riconducibile ad eventi tettonici locali (Gregori, 1990).

In alcune aree montane, caratterizzate dalla presenza di rocce carbonatiche come, ad esempio, i "Piani di Colfiorito", gli elementi topografici (densità di drenaggio, andamento delle isoipse, aree depresse limitate da rilievi ed occupate da depositi fini, palustri, vegetazioni endemiche ecc...) permettono di interpretare la zona come una serie di *polye* vicini o fusi tra loro e rappresentano morfo-

tipi legati a situazioni di controllo strutturale (Fig. 17). Il riconoscimento delle caratteristiche geologiche e geomorfologiche locali permette, in questo caso, di indiziare anche quelle ambientali *s.l.* (presenza di acquiferi all'interno del massiccio carsico e loro vulnerabilità, suscettibilità sismica della zona ecc...).

È ovvio che tutte le situazioni indiziate dalla topografia vanno successivamente controllate ed integrate attraverso dati rilevati sia in campagna che da fotointerpretazione, ma è pur vero che, al geomorfologo, l'*imput* conoscitivo viene fornito dal dato topografico.

Morfotipi strutturali

Nella "scritttura" cartografica, inoltre, per la rappresentazione del paesaggio, si utilizza, il disegno in *s.s.* con segni convenzionali, cioè piccoli segni (Fig.18) che, più o meno allineati e ripetuti, sono un "ausilio grafico" per rappresentare forti acclività, scarpate, stratificazioni delle rocce e quindi speroni rocciosi che *"vengono rappresentati con tratteggio artistico fra le curve di livello* " (I.G.M., 1960).

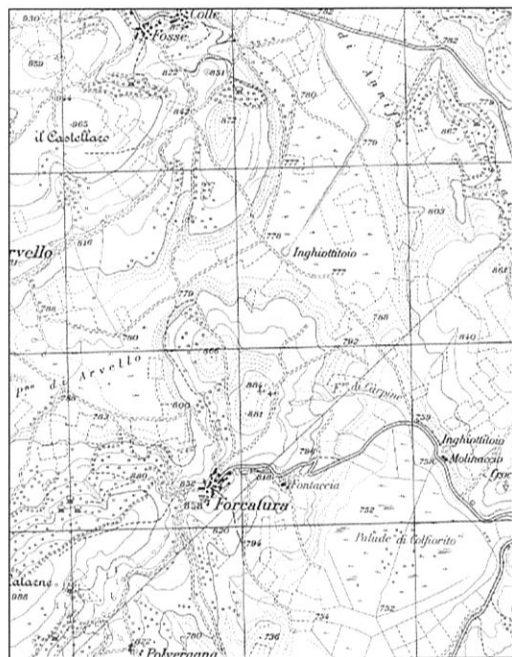



Fig. 17) *Tav. COLFIORITO F.123 IISE - I polje dei Piani di Colfiorito*

Mentre il cartografo evidenzia la topografia, ma non ne interpreta le forme(*banchi, spuntoni, balze, terreni rocciosi rappresentati con tratteggio artistico imitativo a luce obliqua* , I.G.M., 1960) il geomorfologo interpretando il cosiddetto "tratteggio artistico" può ricostruisce l'assetto strutturale. Tali simboli permettono quindi al geologo di riconoscere e seguire l'andamento della stratificazione e il tipo di formazioni geologiche in affioramento, valutando la potenza e l'assetto degli strati, l'alternanaza di litotipi dalle diverse caratteristiche tessiturali e meccaniche, le strutture geologiche (anticlinali e sinclinali) , particolari evidenze strutturali (piani di fagli, faccette, versanti a gradinata o monoclinalici ecc... (Figg.19, 20) e di risalire, in definitiva, alla struttura geologica ed all'attività ed al tipo dei processi morfogenetici che si sono avvicendati nell'area e che hanno lasciato forme di erosione e/o di sedimentazione.

Nel rilievo del M. Coscerno (Fig. 19), ad esempio, la rappresentazione topografica consente di riconoscere l' assetto monoclinalico degli strati, e di indentificare delle *cuestas*, forme strutturali monoclinaliche che danno luogo ad un rilievo omoclinale (Bartolini & Paccerillo,

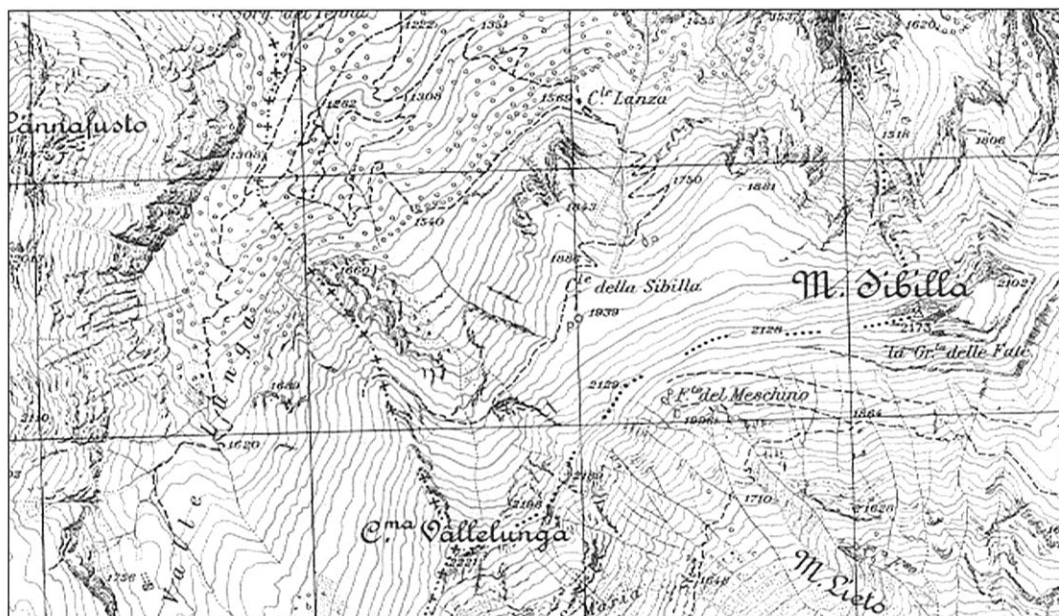



Fig. 18) *Tav. MONTEMONACO F. 132 IIINE - Il "tratteggio artistico": evidenza morfologica e strutturale.*

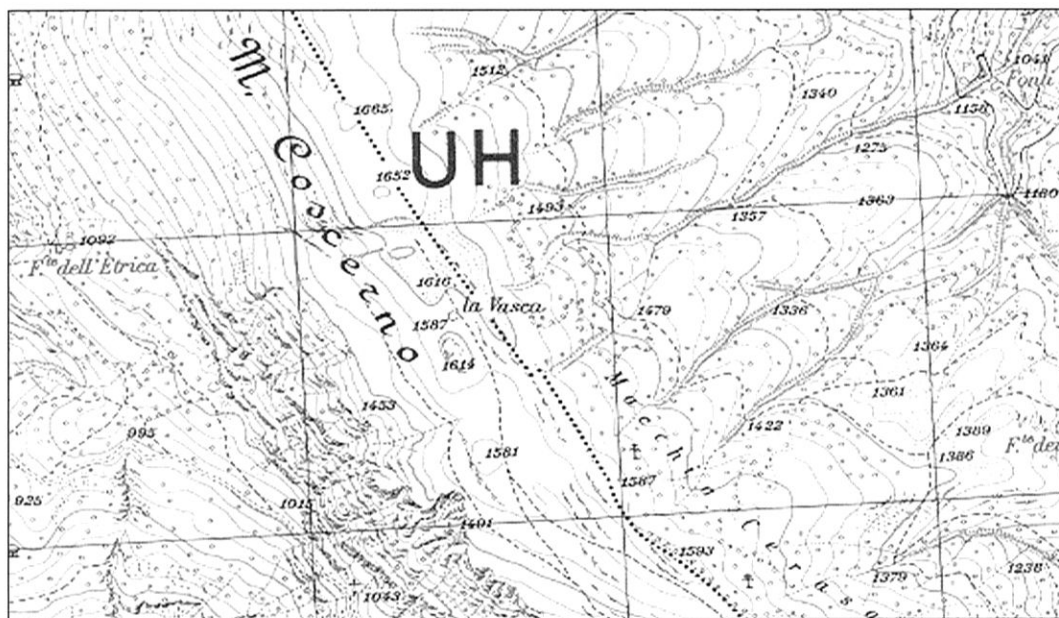



Fig. 19) *Tav. S. ANATOLIA DI NARCO F. 131 IISE - Assetto monoclinalico degli strati lungo il M. Coscerno.*

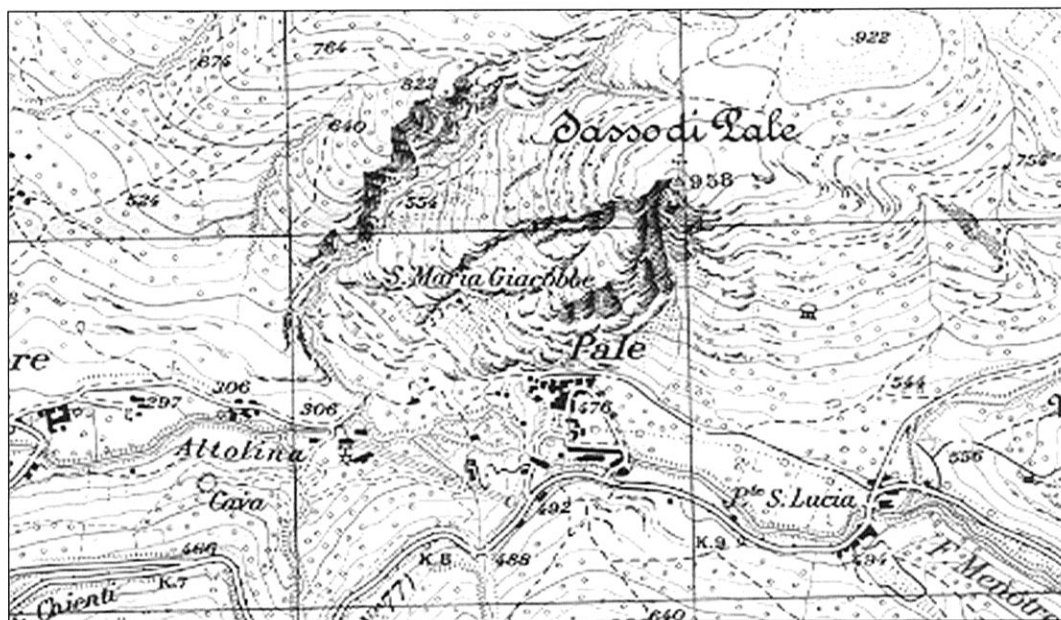



Fig. 20) *Tav. FOLIGNO F. 131 INO - Incisione valliva attraverso l'anticlinale di Pale: fenomeni di morfoselezione.*

2002) con un versante caratterizzato dall' affioramento di testate di strato, a reggipoggio, mentre in quello opposto a franapoggio, di norma, si imposta un pattern parallelo.

Nella zona rilevata di Pale, invece, è possibile ricostruire (attraverso il tratteggio) la sezione trasversale del nucleo della struttura anticlinalica, con strati a diversa competenza evidenziati da fenomeni di morfoselezione (Fig. 20).

Lungo i versanti del M.Vettore (M.Sibillini), ad esempio, tale accorgimento grafico permette, tra le altre cose, l'individuazione dell'assetto degli strati (Fig. 21).

Anche in corrispondenza di rocce incoerenti (depositi fluvio-lacustri lungo la valle del F. Tevere) è possibile riconoscere scarpate la cui genesi può essere riconducibile a fenomeni neo-tettonici (morfoneotettonica) (Gregori, 1989) (Fig. 22).

L'assetto degli strati, inoltre, non solo è denunciato dal disegno topografico in *s.s.* ma può essere desunto attraverso il riconscimento di particolari morfotipi strutturali, fortemente condizionati dal substrato litologico: *flatirons*, *cuesta*s, *hogback* (Bartolini & Peccerillo, 2002) (Fig. 23). I processi della degradazione e quelli di morfoselezione "disegnano" queste forme permettendo di individuare, ad esempio, le caratteristiche di strutture geologiche come le anticlinali, le sinclinali ecc… (Fig. 30).

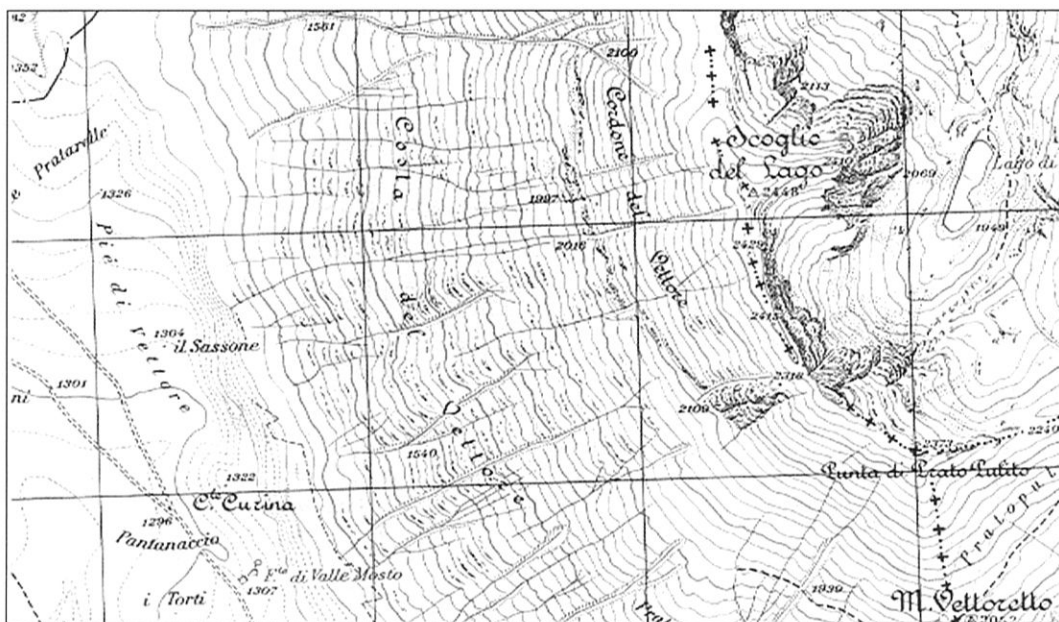



Fig. 21) *Tav. ARQUATA DEL TRONTO F.132 IINO*

Fig. 22) *Tav. TORGIANO F.122 IISE - Variazione di pendenza indotta da fattori strutturali.*

Un altro caso relativo alla individuazione di fenomeni strutturali attraverso il riconoscimento di evidenze topografiche è rappresentato dalle "faccette triangolari" che sono "settori di scarpata di faglia" (pag. 67 in Bartolini & Peccerillo 2002) e tali forme risultano molto evidenti topograficamente (Figg. 24, 25) dall'andamento delle isoipse. In particolare, le "faccette", sia che la loro genesi sia legata a morfogenesi fluviale (erosione lineare) che a fattori strutturali (faglie) rappresentano, comunque, un elemento importante, nelle fasi preliminari dello studio di un territorio. Si denunciano, anche solo attraverso la lettura della cartografia del sito indagato, processi di intensa erosione lineare da parte di un corso d'acqua o la presenza e l' attività di faglie, anche quando sia

Fig. 23) *Tav. CANTIANO F. 116 IIINE - Morfotipo strutturale: flatiron.*

Fig. 24) *Tav. NOCERA UMBRA F. 123 IINO - Faccette triangolari lungo il versante occidentale della catena appenninica.*

Fig. 25) *Tav. LABRO F.138 ISO - Faccette e triangoli nei rilievi del L. di Piediluco.*

difficile o impossibile rilevarle direttamente in campagna (rapporti stratigrafici poco chiari, difficoltà di accesso agli affioramenti ecc...); in entrambi i casi emerge quindi una dinamicità del territorio, la cui interpretazione desunta da elementi topografici, va comunque, successivamente, tarata ed avvalorata dai dati rilevati attraverso le indagini convenzionali.

Alla base dei versanti della struttura calcarea di Gubbio (Fig.26) sono riconoscibili, attraverso l'andamento delle isoipse, le "faccette triangolari" che testimoniano la presenza e quindi l'attività della faglia diretta che limita, verso est, il noto bacino di Gubbio; il raccordo tra la struttura calcarea, orientata in direzione nord-ovest/sud-est, e la pianura sottostante è piuttosto brusco e non sufficientemente raccordato dalla sedimentazione di ampie conoidi da parte dei corsi d'acqua che incidono la struttura con valli diaclinali (Cencetti, 1990).

Particolarmente interessante è la situazione topografica individuata nella zona di Costacciaro e di Gualdo Tadino (Figg. 27, 28), dove il passaggio tra rilievi montani e pianura alluvionale è topograficamente molto evidente: appare chiaro che esistono litotipi diversi a contatto lungo una direzione, anche attraverso la vistosa rottura del pendio topografico, provocata dalla importante linea di frattura che borda il lato orientale della pianura di Gualdo Tadino.

Il versante non si presenta però continuo, ma articolato da faccette triangolari e/o trapezoidali; nei rilievi che limitano la pianura di Gualdo Tadino / Ri-

Fig. 26) *Tav. GUBBIO F.116 IIISE - Evidenze topografiche della "faglia di Gubbio".*

Fig. 27) *Tav. COSTACCIARO F.116 IISO*

Fig. 28) *Tav. GUALDO TADINO F. 123 ISO - Morfotipi strutturali: "faccette" e flatirons*

gali (Figg. 28, 29) le evidenze morfologiche sono "policicliche", come "sovrapposte" e "raccontano" l'evoluzione e la dinamica dell'area.

Nel caso specifico sono rilevabili alcune faccette triangolari al piede dell'allineamento montuoso e tali morfotipi strutturali hanno la particolarità di essere stati "scolpiti" ed impostati lungo la superficie del "versante di faccia" (Sauro, 1973 in Bartolini & Peccerillo, 2002) dei *flatirons* presenti lungo il versante occidentale dei rilevi ; questi morfotipi sono ben leggibili (attraverso le loro caratteristiche topografiche ed idrografiche) mentre l'attività della faglia é indiziata dalla presenza di "valli sospese" impostate al *top* delle faccette strutturali (Fig.28). I corsi d'acqua conseguenti che scendevano lungo gli strati (a franapoggio) si trovano sospesi ed intercettati dal piano di faglia realizzatosi lungo i *flatirons*. Le faccette, in questo caso, a causa del sovrapporsi di processi e forme diverse realizzatesi anche in tempi diversi, assumono una geometria trapezoidale (Bartolini & Peccerillo, 2002).

La genesi e l'evoluzione del "bacino di Gualdo" legate all'attività della faglia bordiera (Cencetti, 1990) sono chiaramente testimoniate dal disegno topografico che, attraverso i suoi "indizi", "racconta" la sequenza degli avvenimenti.

In corrispondenza del rilievo di M.Nerone (nell'area dello spartiacque tirreno-adriatico), sono presenti *flatirons* individuabili lungo gli opposti versanti della struttura calcarea, orientata in direzione nord-ovest/sud-est e rappresentano una inequivocabile evidenza topografica/morfologica della struttura anticlinalica di questo rilievo. Anche in questo caso, la topografia (anche ad una scala morfologicamente "sintetica", come la scala 1:100.000) permette, infatti, una immediata interpretazione della struttura geologica locale (Fig. 30).

Conclusioni

Tutti gli esempi riportati sono una chiara evidenza di quanto si possa desumere dalla topografia avvalendosi delle competenze e conoscenze geomorfologiche integrate con un bagaglio multidisciplinare che tenga in considerazione tutti i contributi possibili (vegetazione, opere antropiche, toponomastica ecc…)

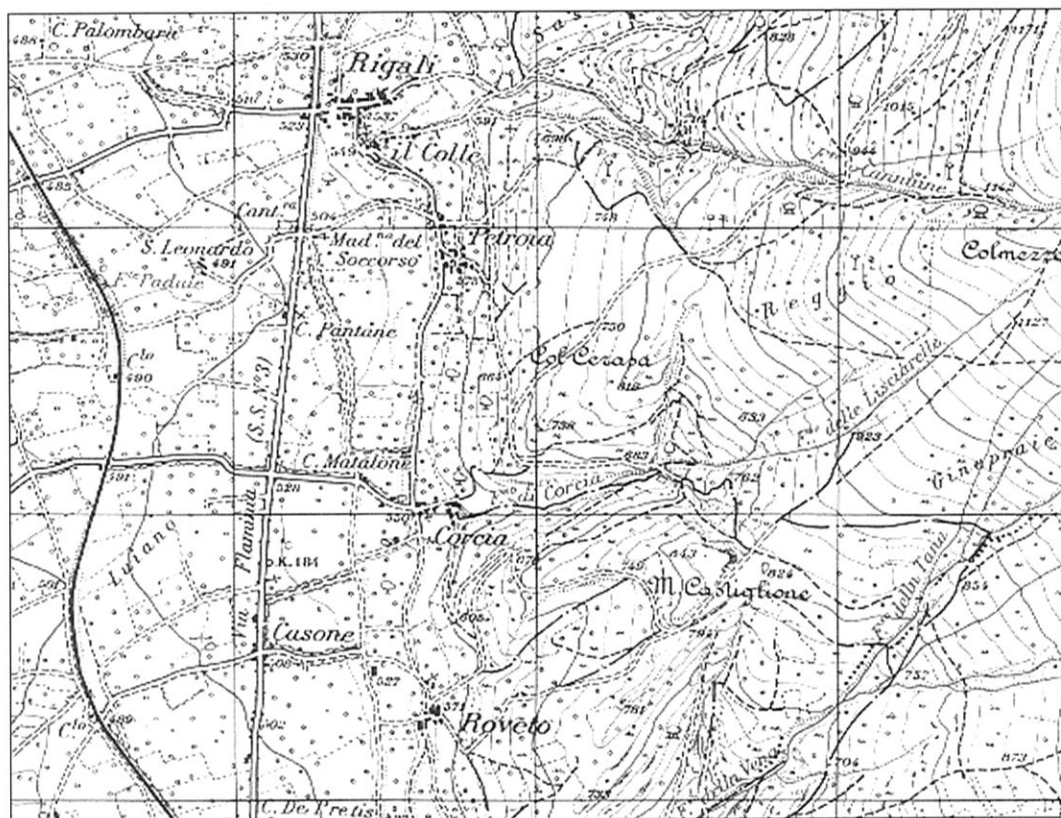



Fig. 29) *Tav. GUALDO TADINO F. 123 ISO - Rigali: evidenze topografiche della "faglia di Gualdo Tadino" e le ampie conoidi pedemontane.*

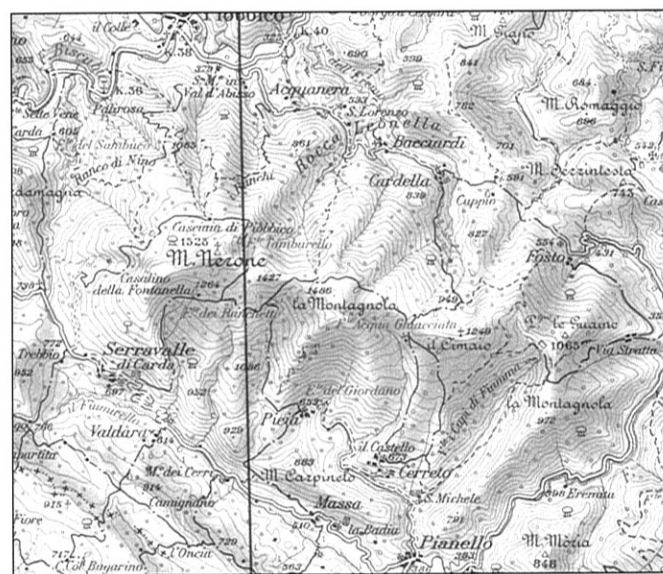



Fig. 30) *Tav. GUBBIO - Evidenze topografico-strutturali dell'anticlinale di M. Nerone.*

La geomorfologia, infatti, attraverso lo studio ed il riconoscimento delle forme e dei relativi processi morfogenetici, rappresenta la "chiave di lettura" delle carte topografiche anche attraverso l'elaborazione di cartografie tematiche come le carte geomorfologiche.

Tali carte non sono strumento esclusivo degli "addetti ai lavori", ma forniscono un importante mezzo per lo studio, la conoscenza e la fruizione dei territori rappresentati nell'ambito di un approccio scientifico sempre più "integrato" (Panizza, 1995) ed hanno permesso di collegare la forme topografiche ai morfotipi e quindi ai loro processi genetici, ricorrendo ad una simbologia ormai internazionale, che permette di caratterizzare il paesaggio.

La realizzazione delle carte geomorfologiche, oltre alla identificazione dei processi del passato o in atto in una certa area, ne denuncia le caratteristiche ambientali, la pericolosità e/o il rischio e, di conseguenza, rappresenta un importante strumento diagnostico per la gestione, la tutela o la destinazione d'uso del territorio.

In conclusione la lettura delle carte topografiche, in una visione o "rivisitazione" morfologica, consente di riconoscere le testimonianze dei passati processi morfogenetici, ma anche la previsione di possibili futuri "scenari" ambientali.

Bibliografia

BIANCOTTI A. (1994), - *Corso di Geografia Fisica. 2*, Nuove Edizioni del Giglio, Genova.

BARTOLINI C., & PECCERILLO A. (2002), - *I fattori geologici delle forme del rilievo*. Sistema Terra. Pitagora Editrice Bologna, 216 pp.

BISCI C., DRAMIS F. (1992) - *Il concetto di attività in geomorfologia: problemi e metodi di valutazione*. Geogr. Fis. e Dinam. Quaternaria, 14 (2), 193-199.

CASTIGLIONI G. B. (1982) - *Geomorfologia*. UTET, 259 ff., 436 pp.

CATTUTO C., CENCETTI C., GREGORI L. (1992) - *Il Plio/Pleistocene nell'area medio-alta del bacino del Fiume Tevere: possibile modello morfotettonico*. "Studi geologici Camerti" Vol. speciale, 103-108.

CAMPBELL J. (1993) - *Introduzione alla cartografia*. Zanichelli, 340pp.

CAPELLO C. (1962) - *La lettura delle carte topografiche e l'interpretazione del paesaggio*. Giappichelli Editore Torino.

CENCETTI C. (1990) - *Morfogenesi fluviale, tettonica ed evoluzione del paesaggio appenninico nel Plio-pleistocene*. Tesi di Dottorato di Ricerca (Dipartimento di Scienze della Terra - Università di Perugina - II ciclo) 148 pp., 93 ff., 8 tavv.f.t.

FEDERICI P.R., AXIANAS L. (1990) - *Nuovi lineamenti di geografia generale*. Edizioni Bulgarini. Firenze, 544 pp.

FEDERICI P.R. & PIACENTE S. (1993) - *Geografia Fisica*. La Nuova Italia Scientifica , Roma

FORMAN RICHARD T.T. (1995) - *Land Mosaics. The ecology of landscapes and regions*, Harvard University, Cambridge University Press.

GREGORI L. (1989) - *Evoluzione paleogeografica del territorio umbro alla confluenza Tevere/Nestore (bacini di "S. Fortunato" e di " Ripalvella")*. Geogr. Fis. e Dinam. Quaternaria, 12 (2), 117-130, 12 ff., 1 tav. f.t.

GREGORI L. (1990) - *Geomorfologia e neotettonica dell' area di Colfiorito (Umbria)*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 13, 43-52 pp, 4 ff., 1 tav. f.t.

GREGORI L., MELELLI L. (2002) - *Morfotipi,*

processi morfogenetici ed evolutivi legati ad alcuni toponimi dell'Umbria. Convegno Internazionale di Studi "Toponimi e Antrotoponimi: Beni-documento e Spie di identità per la Lettura, la Didattica e il Governo del territorio" Università degli Studi di Salerno, 14-16 nov. 2002 (in press).

GREGORI L., RAPICETTA S., VENANZONI R. (2002) - *La montagna nel paesaggio montano.* La Difesa della Montagna. Convegno Nazionale(Accademia Nazionale dei Lincei, INRM, IRPI-CNR) Assisi, 11 - 12 dicembre 2002.

INGEGNOLI VITTORIO (1993) - *Fondamenti di ecologia del paesaggio. Studio dei sistemi di ecosistemi.* Città Studi Edizioni, Milano.

ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE (1960) - *Segni convenzionale e norme sul loro uso.* Vol. I. Collezione dei Testi Tecnici, IGM Firenze, 92pp.

LUPIA PALMIERI E. & PAROTTO M. (2000) - *Il Globo terrestre e la sua evoluzione.* Zanichelli Editore, 596 pp.

MARCHETTI M. (2000) - *Geomorfologia fluviale.* Pitagora Editrice Bologna, 247 pp.

MORI A. (1969) *Le carte geografiche e la loro lettura ed interpretazione.* Libreria Goliardica. Editrice Giardini. Pisa, 285 pp.

PANIZZA M. (1988) - *Geomorfologia applicata. Metodi di applicazione alla Pianificazione territoriale e alla valutazione di Impatto Ambientale.* La Nuova Italia Scientifica, Roma,342pp.

PANIZZA M. (1995) - *Geomorfologia.* Pitagora Editrice Bologna, 395pp.

PANIZZA M. & PIACENTE S. (1995) - *La Terra, questa sconosciuta.* Loescher Editore, 438pp.

Bollettino dell'A.I.C., n. 117-118-119 / 2003

MONTAGNE DESERTE: L'ABBANDONO DELLE «TERRE ALTE» VISTO ATTRAVERSO LA CARTOGRAFIA

Mauro Varotto(*)

(*) Università di Padova - Dipartimento di Geografia.

1. Introduzione[1]

È ormai noto come la fine dell'abitare legato alle attività agrosilvopastorali tradizionali nella media montagna alpina e prealpina abbia comportato trasformazioni radicali nel tessuto insediativo e nel paesaggio, sia dove queste attività hanno ceduto il passo a nuove forme di colonizzazione turistica, sia e soprattutto nei casi in cui tuttora permangano l'abbandono e il degrado.

L'abbandono e la dismissione di pratiche ed usi legati alla secolare colonizzazione degli ambienti di quota coinvolge numerosi aspetti, in un intreccio complesso di dinamiche e relazioni che emergono solo parzialmente attraverso le statistiche demografiche, i dati agronomici o forestali, i bilanci economici: va perdendosi infatti – oltre che un certo quantitativo di residenti, addetti, redditi o ettari coltivati – anche il legame culturale ed esistenziale con il paesaggio ereditato e la conoscenza/cura capillare del territorio che ad esso era connessa.

Montagne deserte sono dunque – nell'accezione del titolo – non tanto *montagne senza uomini* (ché una frequentazione puntuale, sporadica o temporanea ancora è presente, anche se a scopo ormai puramente ludico), ma *montagne senza luoghi*, ovvero montagne prive di quei legami di significato, reciproca frequentazione e appartenenza tra abitanti e ambiente di vita. Questa scissione assume una certa evidenza anche nei documenti cartografici, laddove si passa dal *pieno di segni* delle carte storiche dell'Istituto Geografico Militare al *vuoto di significati* delle recenti Carte Tecniche Regionali, che risultano spesso «sguarnite» di informazioni, o quanto meno se vi sono

[1] L'articolo riprende ed approfondisce le riflessioni sul rapporto tra aree in abbandono e documentazione cartografica già in parte sviluppate nelle pagine de «L'Universo» (3/1999) e presentate al XX Congresso Geografico Italiano (Roma 2000); cf. VAROTTO, 1999 e 2000 (in stampa). Le considerazioni che seguono si basano sui risultati delle indagini condotte nell'area prealpina veneta, in cui sopralluoghi a tappeto su tre aree con estensione di circa 30 kmq (settori nordorientale e sudorientale del Massiccio del Grappa, versante occidentale del Canale di Brenta) hanno consentito di realizzare un confronto tra informazioni cartografiche IGM/CTR e «segni dell'uomo» abbandonati.

appaiono «diluite» ben oltre quanto presupponga l'ingrandimento di scala.

L'obiettivo del presente intervento è quello di porre a confronto le trasformazioni del territorio reale e quelle del territorio rappresentato, con un duplice intento:

- *informativo*, ovvero descrivere analiticamente le variazioni cartografiche legate all'abbandono e dunque indicare come si renda visibile diacronicamente il fenomeno nella cartografia;
- *riflessivo*, in quanto da questo esame scaturiscono alcuni dubbi di carattere interpretativo sul tanto discusso rapporto cartografia-geografia, per chiarire in quale misura la carta risulti testimone fedele dei processi in atto e/o in che termini altresì i percorsi di rappresentazione cartografica si allontanino dai territori in oggetto e dalle loro reali geografie.

2. La desertificazione dei «segni dell'uomo»

La fine di pratiche comporta necessariamente l'abbandono dei segni ad esse legati, e dunque il loro oblio in termini funzionali o di semplice visibilità. Ciò non significa che questi segni scompaiano: in una visione specialistica delle attività economiche e delle loro strutture essi non «funzionano» più e dunque risultano inutili, ma in un'ottica multifunzionale tipica dell'economia premoderna e della montagna tradizionale il diradamento di informazioni connesso alla scomparsa strettamente funzionale costituisce una sorta di mutilazione.

È ciò che avviene con la cancellazione di informazioni relative ai segni dell'uomo nella cartografia, operazione che in genere *segue* la scomparsa funzionale ma *anticipa* la scomparsa reale dei segni. La scelta di cancellare un segno dalla carta è dunque spesso operazione rischiosa perché presuppone una riflessione valoriale su quel segno talora non attentamente ponderata, e dà vita ad un processo di «desertificazione» che anticipa (ma può in taluni casi anche ritardare) l'oblio dei segni stessi.

Forniamo qui alcuni esempi di questi processi di diradamento delle informazioni connessi alla «morte funzionale» di edifici o manufatti: essi non sono certo in grado di fornire una immagine esaustiva e completa in tutte le sue sfaccettature del processo di graduale desertificazione cartografica, ma certo risultano utili a delineare alcune tendenze potenzialmente riscontrabili anche in aree abbandonate diverse dalla montagna prealpina veneta qui presa in esame.

2.1. Montagna senza dimore: scomparsa, declassamento, semplificazione delle informazioni sugli insediamenti

L'edificio costituisce in genere nella documentazione cartografica la testimonianza più palese della presenza umana in aree di quota, anche se esso costituisce in genere solo il centro propulsore di una serie di operazioni e segni che si dilatano notevolmente nel contesto circostante, e sono solo apparentemente meno visibili, meno significativi o cronolo-

gicamente successivi. La fine della presenza umana in quota dunque, *in primis*, si traduce sulla carta nella scomparsa di edifici, nella loro trasformazione in ruderi o nella semplificazione e mutilazione delle relazioni con il contesto.

Il confronto tra ricerche sul terreno e documentazione cartografica condotto per il territorio di Valstagna (24 kmq) nel Canale di Brenta registra una documentazione precisa per oltre l'80% dei siti nelle tavolette IGM (dalla 1^ ed. disponibile con levata 1886), mentre mancano all'appello sulla carta meno del 10% di edifici effettivamente esistenti. La più recente Carta Tecnica Regionale (CTR) documenta con precisione poco più della metà degli edifici e relativi manufatti, quelli non documentati salgono al 20%, mentre il 25% appare documentato in maniera approssimativa (cf. Grafici 1 e 2; Figure 1 e 2). La tendenza riscontrata a Valstagna si ritrova con percentuali analoghe o ancor più pesanti in aree limitrofe, anch'esse soggette a fenomeni di abbandono negli ultimi 50 anni: VARDANEGA (2002) riporta per il Grappa sudorientale una documentazione IGM di quasi l'80% degli edifici esistenti, ridotti a meno del 60% nella CTR (in totale 322 edifici censiti, di cui 249 presenti nell'ultima edizione IGM, 191 nella CTR).

Anche laddove gli edifici continuano ad essere indicati sulla carta, la tendenza è dunque quella ad una documentazione selettiva o «manichea» delle dimore, ormai private di quel rapporto osmotico con l'ambiente che anche la cartografia tende a non cogliere o nascondere: non occorre andare lontano, insomma, per riconoscere anche tra noi esempi significativi di cartografia da «villaggio indiano» (FARINELLI, 1992, pp. 151 ss.), come gli esempi che seguono aiuteranno a dimostrare.

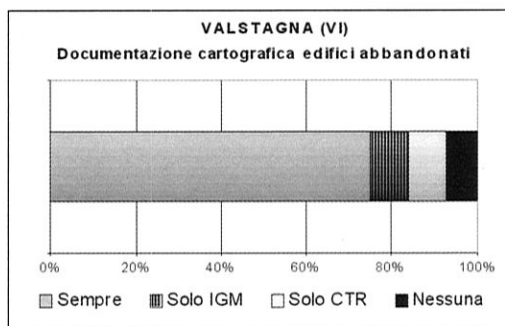



GRAFICO 1) *La cartografia documenta solo parzialmente la presenza di edifici abbandonati o sottoutilizzati: per l'area di Valstagna le edizioni IGM riportano oltre l'80% degli edifici documentati, la CTR in misura lievemente minore e con riferimento soprattutto ai casi più recenti e zenitalmente visibili. Quasi il 10% degli edifici abbandonati non è documentato da nessuna delle cartografie.*

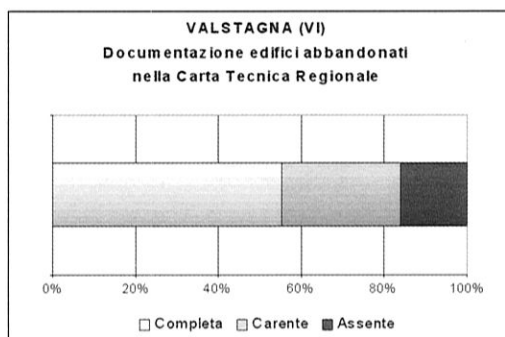



GRAFICO 2) *Scendendo nel dettaglio della documentazione di manufatti e segni minori, la CTR accusa dei vuoti consistenti per le aree abbandonate: al di là del 20% di edifici non documentati, quasi la metà degli insediamenti è documentata in maniera carente (cancellazione di vie di collegamento, annessi rustici, terrazzamenti, pozze di abbeveraggio, cisterne di raccolta, sorgenti, etc.).*

FIGURA 1) *Esempio di desertificazione cartografica dovuta a scarsa visibilità zenitale (parete di roccia strapiombante sugli edifici di Stalle Pierin in Val Schievenin - Quero, BL). Gli edifici (prima abbandonati e ora interessati da un intervento di recupero) scompaiono nel passaggio dalla prima edizione della cartografia IGM alla recente CTR.*

2.2. La ragnatela decimata dei tracciati di collegamento

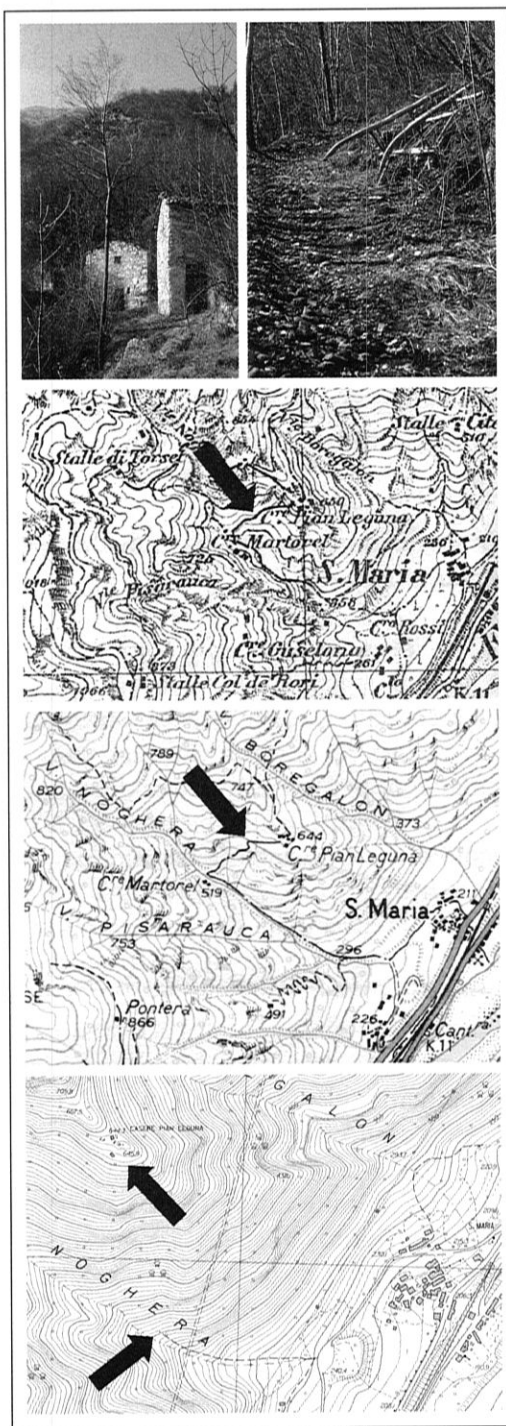
La ragnatela fittissima di collegamenti che caratterizzava fino alla prima metà del secolo scorso la media montagna prealpina ed alpina si è ormai abbondantemente ridotta a seguito della sporadica frequentazione e dell'incuria dei tracciati non più utilizzati se non da escursionisti occasionali. Persistono oramai in discrete condizioni una minima parte dei tracciati originari, in genere quelli più praticati da escursionisti, cacciatori e boscaioli. La cartografia registra tale evoluzione ora mediante *riduzione numerica*, ora mediante *declassamento qualitativo* dei tracciati (da strade a mulattiere, da mulattiere a sentieri, da sentieri a tracce evanescenti che tendono a smarrirsi nella vegetazione che avanza).

Per l'area di Valstagna è stata calcolata in soli 10 anni una riduzione quantitativa di circa 1/3 dei tracciati nel passaggio da cartografia IGM (edizione 1971) a CTR (edizione 1982). La rete di sentieri e mulattiere, già ridotta notevolmente rispetto alla originaria estensione, è passata su carta da una media di 2400 mt/kmq nel 1971 a 1700 mt/kmq nel 1982: riduzione ancor più significativa se si tiene conto dell'ingrandimento di scala, che avrebbe dovuto consentire un dettaglio maggiore.

FIGURA 2) *Esempio di desertificazione cartografica determinato dall'avanzata del bosco spontaneo nei pressi di Casera Canela (Quero, BL), tuttora esistente anche se in mediocre stato di conservazione, come attesta la foto: segnalato nella cartografia storica e nell'ultima edizione IGM (quota 516), risulta inesistente nella CTR (rimane solo un punto quotato in luogo dell'edificio).*

Non sempre, tuttavia, la scomparsa cartografica risulta fedele alla cancellazione reale: accade spesso che l'«invisibilità zenitale» dei tracciati avvolti dal bosco si tramuti in vuoto cartografico, anche se (soprattutto in periodo invernale) il tracciato rimane ancora individuabile e talora anche facilmente percorribile (cf. Figura 3). La scomparsa delle tradizionali forme di collegamento assume per contrasto rilevanza a fronte della evidenza assunta dalle principali direttrici di traffico nel fondovalle.

2.3. La documentazione parziale del paesaggio terrazzato

Tra i segni della passata colonizzazione agricola particolare rilevanza assume nell'area del Canale di Brenta il fitto terrazzamento dei versanti utilizzati prevalentemente per la coltivazione del tabacco. Introdotta in valle alla fine del XVI secolo e successivamente favorita dal regime di monopolio imposto dalla Serenissima, l'«erba della Regina» ha assicurato per quasi tre secoli alla numerosa popolazione del Canale un livello di vita dignitoso, costituendo efficace freno all'emigrazione definitiva. Le coltivazioni, inizialmente diffuse nel fondovalle, si sono pian piano estese anche agli erti versanti grazie alla ciclopica opera di costruzione di muri di sostegno (*masiere*) per i campi coltivati che si spingevano fino a 600 metri di quota. La cessazione completa della coltivazione, avvenuta negli ultimi decenni del secolo scorso, ha lasciato in eredità una poderosa opera di terrazzamento che non ha eguali per

estensione in area veneta. L'attuale stato di abbandono, pressoché totale alle quote più elevate, è evidenziato da diffusi fenomeni di degrado strutturale, con l'invasione della vegetazione spontanea che tende a scalzare ulteriormente i muri di sostegno e favorisce gli episodi di crollo, compromettendo anche la stessa raggiungibilità e percorribilità delle porzioni terrazzate.

L'estensione complessiva delle superfici terrazzate non compare nella cartografia IGM (forse per ragioni di scala, anche se in area ligure i terrazzamenti sono riportati in dettaglio), mentre invece risulta ben documentata nella CTR, anche se un'analisi quantitativa mediante ricognizioni sul terreno e confronto aerofotogrammetrico ha evidenziato anche in questo caso alcuni vuoti: su di una superficie di versante terrazzato pari a 215 ha, quella cartografata non supera i 179 ha (con uno scarto di 46 ha, pari a circa 1/5) (Grafico 3). La documentazione (qui comunque soddisfacente rispetto ad altre aree in cui non le sistemazioni a terrazzo su carta non compaiono affatto) accusa vuoti consistenti soprattutto in corrispondenza di stretti impluvi o aree a forte pendenza e quote elevate, dove la visione zenitale non consente di individuare le aree terrazzate abbandonate oramai ricoperte dalla vegetazione.

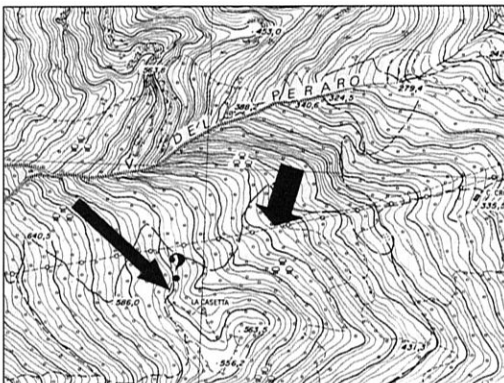
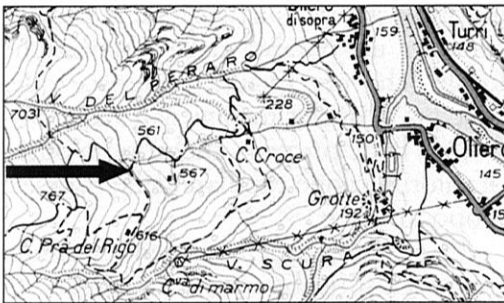
FIGURA 3) *La mulattiera che conduce dal borgo di Santa Maria alle Casere di Pian Leguna (Quero, BL), segnalata come mulattiera nella cartografia storica e come sentiero nell'ultima edizione IGM, interrompe il proprio tracciato nella CTR in corrispondenza dell'area a bosco fitto, ma è tuttora percorribile agevolmente.*

Grafico 3) *Il nucleo abbandonato delle Casarette (Valstagna, VI, quota 500 m. ca) con i terrazzamenti di versante fino agli anni Cinquanta del secolo appena trascorso coltivati intensivamente a tabacco. Le masiere sono riportate negli Elementi della CTR per circa l'80% della reale estensione; non compaiono superfici terrazzate in aree d'impluvio o avvolte da fitta vegetazione.*

2.4. La scomparsa delle piccole sorgenti, l'evidenza degli acquedotti

Nei versanti di dolomia principale e calcari grigi del Canale di Brenta la presenza d'acqua fu nei secoli trascorsi fattore determinante per la localizzazione insediativa ed il successo colturale, soprattutto nelle aree più lontane dal fondovalle e dal fiume Brenta. Gli edifici dei tabacchicoltori e le superfici terrazzate infatti hanno sfruttato sapientemente anche la minima presenza d'acqua, sia essa sorgente o semplice stillicidio, ora catturando e convogliando l'acqua in minute canalizzazioni, ora attrezzando campi terrazzati ed edifici con vasche, cisterne o sistemi di raccolta d'acqua piovana.

Tra i segni legati al microcosmo insediativo tradizionale dunque la presenza d'acqua ha sempre svolto ruolo primario, che tuttavia stenta a trasparire dalla cartografia più recente. Sia nella cartografia IGM sia nella CTR mancano buona parte dei pozzi-cisterna o delle pozze di abbeveraggio censiti sul terreno: di oltre 60 manufatti di raccolta idrica documentati ne sono indicati appena una decina; nella CTR anche le già poche indicazioni di sorgenti perenni presenti nella cartografia storica IGM scompaiono (cf. Figura 4), nonostante l'ingrandimento di scala e la parziale utilizzazione anche ai giorni nostri per l'irrigazione o addirittura per usi potabili dalla popolazione locale (che per qualità preferisce quest'acqua a quella fornita dall'acquedotto), ma bene prezioso anche in un'ottica di valorizzazione capillare delle risorse a scopo turistico.

La scomparsa delle sorgenti non può essere giustificabile solo da ragioni di «visibilità zenitale» (altrimenti come si spiegherebbe la documentazione precisa di condotte d'acqua sotterranee in corrispondenza della sorgente di Prà del Rigo in Figura 4?), ma testimonia piuttosto il calo d'interesse al tempo stesso economico e culturale nei confronti di queste presenze. Anche la carta sembra «premiare» la tendenza alla concentrazione e al gigantismo distributivo rispetto alla microscopicità e capillarità d'uso tradizionale della risorsa acqua.

Esempi di documentazione non sempre fedele alla presenza reale di segni e manufatti sono peraltro numerosi e l'elenco potrebbe continuare (si pensi ad esempio alla scarsa documentazione di covoli o ricoveri sotto roccia, di origine naturale o costruiti in occasione della Grande Guerra, per i quali i recenti atti legislativi impongono la tutela e il recupero): moltissimi altri «segni» capillarmente distribuiti sul territorio ed oggi considerati di scarsa importanza potrebbero rivestire un domani interesse notevole in termini di memoria storica e di rilancio turistico-culturale.

3. La desertificazione dei toponimi

3.1. L'«erosione»

Se è vero che la frequenza dei nomi di luogo dipende dall'intensità e dal dettaglio dell'appropriazione dello spazio, non dovrebbe stupire la progressiva erosione soprattutto della microtoponomastica relativa ad aree di quota soggette ad abbandono. Essa costituisce fenomeno naturale e inevitabile, comune a tutte le aree rurali in rapida trasformazione (cf. CASSI-MARCACCINI, 1991), ma partico-

FIGURA 4) *La fonte perenne indicata nella cartografia storica IGM nel versante sinistro di Val del Peraro, sopra Oliero (Valstagna, VI), scompare nelle recenti edizioni; la CTR dimentica la sorgente (la cui acqua inutilizzata si perde nel terreno sottostante la piccola vasca scavata su roccia) ma segnala il percorso della condotta sotterranea Oliero-Altopiano di Asiago: il concetto di visibilità è qui relativo alla importanza economica del manufatto.*

larmente grave per le aree marginali, dove la carta rimane unica testimone di un patrimonio toponimico di cui altrimenti non rimarrebbe alcuna memoria. Le indagini sul terreno anche nel nostro caso confermano quanto già sottolineato da CASSI, 1998: la popolazione giovane o meno legata alle tradizioni dei luoghi tende a fare riferimento a nuovi conii toponomastici spesso concentrati nel fondovalle, lungo gli abitati e gli assi stradali, che vanno addensandosi di riferimenti, mentre i versanti costituiscono aree di relitti toponomastici ormai noti solamente agli abitanti più anziani e radicati. Qui la scomparsa dei vecchi toponimi – frutto della stratificazione di pratiche del passato – non viene seguita dalla creazione di nuovi nomi: la riduzione di atti denominativi rispecchia il depauperamento funzionale del territorio e un corrispondente scollamento culturale tra abitanti e «terre alte». Ma anche dove la carta continui a tramandarli, la popolazione ha perduto il senso di molti toponimi esistenti e la frattura consumata con l'emigrazione e l'allontanamento dal proprio retroterra culturale aumenta il rischio di banalizzazioni toponomastiche (cf. CASSI, 1998, pp. 15-16).

Va ricordato innanzitutto che la documentazione cartografica IGM a scala 1:25.000 riporta solo una parte dell'immenso e capillare patrimonio di attestazioni toponimiche presenti in un territorio (in proporzioni che possono oscillare dal 25 al 50% dei nomi realmente esistenti). Ci si aspetterebbe, tuttavia, che per ragioni di scala questo divario tra toponimi su carta e patrimonio reale fosse almeno in parte colmato negli Elementi della CTR, mentre invece appare tratto comune delle cartografie regionali una certa insufficienza della documentazione toponomastica, da cui deriva quell'«aspetto sguarnito» e quella «diluizione» della medesima quantità di toponimi presenti sulle carte IGM.

Le ricerche nel Grappa nordorientale e sudorientale hanno registrato una riduzione del 30% di informazioni toponomastiche nel passaggio tra le edizioni storiche IGM e quella più recente (1968): si passa da 130-140 a 90-100 toponimi (scompaiono prevalentemente i microtoponimi), quantità riportata pressoché invariata anche nella CTR (cf. VARDANEGA, 2002). Anche nell'area di Valstagna la CTR mantiene la stessa densità di toponimi dell'ultima edizione delle tavolette IGM, ma il risultato sulla carta appare molto più diluito.

3.2. La «mutilazione»

Se un bilancio puramente quantitativo dei toponimi presenti nelle diverse cartografie può a volte rassicurare sulla conservazione del patrimonio toponimico a livello cartografico, una più accurata analisi di tipo qualitativo fa emergere percorsi di deformazione che rivelano la sottostante mutilazione del nesso significante-significato, per cui il toponimo, pur conservato, si rivela inaffidabile e scivoloso soprattutto laddove non c'è stato un adeguato riscontro e controllo della scelta toponomastica.

Molti possono essere i percorsi che portano alla progressiva mutilazione del toponimo dall'originario contesto di si-

gnificato:

- a volte può trattarsi di *trascrizione scorretta* nel passaggio da una edizione cartografica all'altra (fenomeno che coinvolgerebbe fino al 20% dei toponimi presi in esame da CASSI, 1991, ma che in particolari situazioni storiche coinvolge un bagaglio ben maggiore, come nel caso delle trascrizioni errate dagli idiomi locali all'italiano della prima cartografia IGMI);
- altre volte può invece verificarsi una *collocazione/attribuzione errata* di nomi territoriali, generata spesso dalla trasposizione meccanica di toponimi tra carte a scala diversa, come accade spesso nel passaggio da cartografia IGM a CTR (Figura 5);
- altre volte ancora si assiste ad una *generalizzazione/dilatazione* di microtoponimi (meno frequente ma possibile anche il processo contrario di *contrazione* di nomi territoriali in microtoponimi), che vengono estesi ad aree più ampie senza reale giustificazione (Figura 6).

4. Spunti di riflessione sul rapporto tra geografia dell'abbandono e cartografia

Da questa pur breve analisi dei meccanismi di rappresentazione cartografica della montagna abbandonata emergono due considerazioni importanti e per certi aspetti antitetiche.

a) **La carta non restituisce il volto del territorio.** Abbiamo visto come la carta tende talora a seguire percorsi di docu-

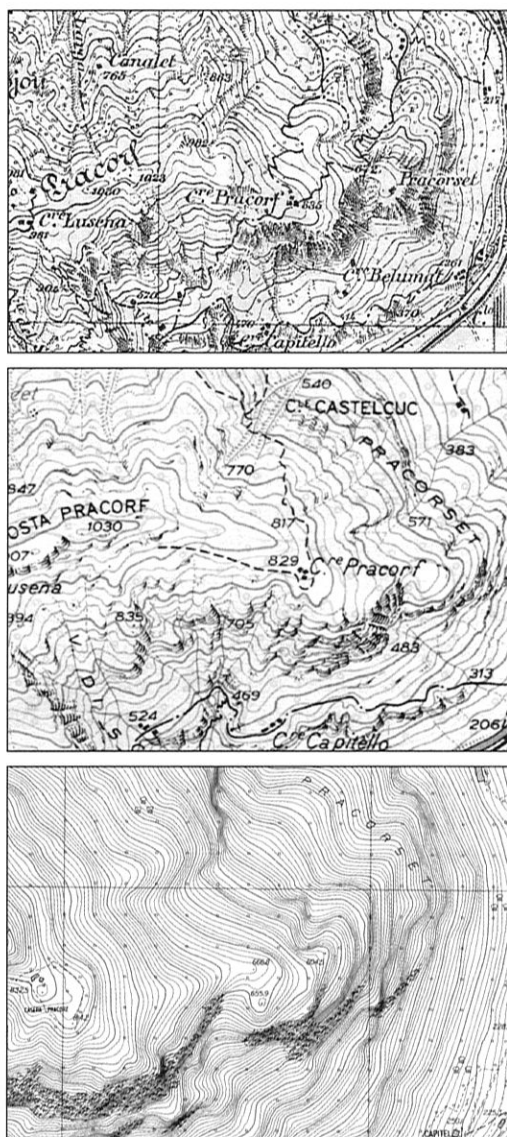
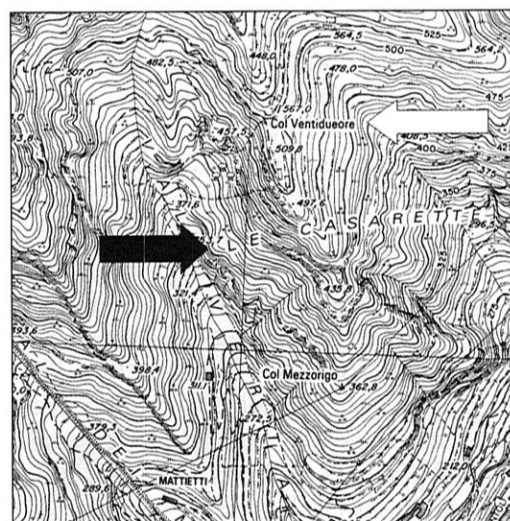
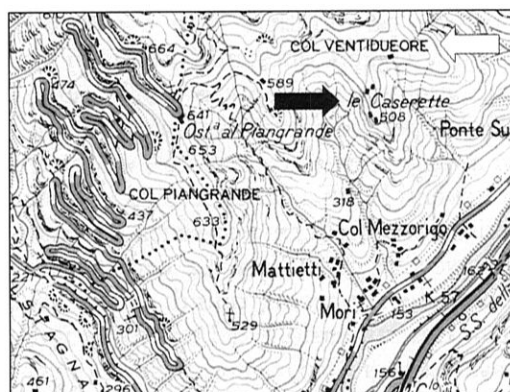



FIGURA 5) *Esempio di generalizzazione e approssimazione toponomastica: il toponimo Casere Pracorset (Feltre, BL), originariamente riferito a piccolo poggio di prato-pascolo poco sotto Pracorf, nelle recenti edizioni IGM e nella CTR perde il riferimento all'insediamento (ruderi abbandonati) e diviene nome territoriale genericamente riferito all'area di versante, perdendo attinenza al sito originario.*

mentazione non sempre coincidenti con quelli reali, adottando ora criteri di selezione di tipo visuale, ora di tipo funzionale, che sono alla base di operazioni selettive non sempre indolori. In altre parole, la desertificazione cartografica non sempre coincide con la desertificazione reale: essa piuttosto è il prodotto di deformazioni visuali che derivano da una più o meno conscia volontà di rappresentazione. Questa considerazione fa sorgere ulteriori interrogativi: viene prima la desertificazione cartografica o quella reale della montagna? La carta si rivela strumento di registrazione neutrale dei processi di abbandono o può figurare addirittura in alcuni casi complice degli stessi? Le montagne deserte sulla carta sono dunque da considerare semplice conseguenza dell'abbandono o quasi una concausa? La risposta a questi interrogativi non può essere univoca, ma è necessario sottolineare che anche la cartografia più recente (così come molti interventi legislativi) spesso non è stata in grado di cogliere la natura profondamente interrelata della realtà territoriale alpina e prealpina. Essa si è imposta con

FIGURA 6) *Esempio di deformazione toponomastica nel Canale di Brenta (Valstagna, VI): nelle edizioni IGM i toponimi Col Ventidueore (freccia bianca) e Le Caserette (freccia nera) vengono indicati rispettivamente come nome territoriale riferito al crinale e microtoponimo riferito ad insediamento puntuale. Nella CTR il rapporto risulta invertito: Casarette (il cambio di vocale ripristina la corretta pronuncia locale) stavolta diviene nome territoriale erroneamente riferito all'intero versante, mentre Col Ventidueore diventa microtoponimo riferito a culminazione inesistente.*

criteri spesso troppo semplicistici o rigidi su spazi marginali costituiti da relazionalità delicate e complesse, plurifunzionali, non adattabili e quindi sconfitte dai processi di standardizzazione, uniformità e specializzazione della modernità territoriale.

b) **La carta rappresenta comunque una immagine del territorio.** Complice di questa distanza tra cartografia e geografia della montagna è però anche il crescente sradicamento della popolazione e degli enti locali normalmente preposti al controllo e alla verifica della produzione cartografica. Non è possibile dunque leggere questa dicotomia in termini esclusivi di rapporto centro-periferia: è la periferia stessa talora ad assumere atteggiamenti «centripeti», e sono gli stessi enti locali a procedere ad una pianificazione del territorio senza adeguata conoscenza geostorica. La carta indubbiamente rispecchia quindi anche una reale desertificazione del territorio: il divario cartografico tra aree deserte di versante e zone anche graficamente sempre più congestionate nei già angusti fondovalle è testimonianza della divaricazione concentrazione-abbandono che appare cifra significativa non solo della montagna, ma in genere della moderna costruzione del territorio, per cui i punti di riconoscimento territoriale «vanno progressivamente concentrandosi su abitati e strade in ossequio ai nuovi modi di vivere», peraltro enfatizzati dalla segnaletica stradale (CASSI, 1998, pp. 13 e 25). La scomparsa di vecchi toponimi frutto della stratificazione temporale di pratiche del passato e la riduzione di nuovi atti denominativi rispecchia un effettivo depauperamento funzionale del territorio e un corrispondente scollamento culturale tra abitanti e terre alte.

Da queste considerazioni emerge un monito forte: il distacco che si verifica in questi casi tra cartografia e geografia è segnale di depauperamento culturale e sradicamento esistenziale cui è necessario far fronte attraverso un ripensamento anche dei meccanismi di produzione cartografica. Come già ribadito di recente in questa stessa sede da G. Motta (SCANU, 2001, pp. 103-113), la logica della divisione del lavoro tra topografo/cartografo e geografo/esperto del territorio («Il primo stabilisce, insieme con la localizzazione, anche la natura e la struttura del fenomeno rappresentato, che il secondo, senza averne coscienza, accetta e legalizza», FARINELLI, 1981) deve concedere spazi di confronto e collaborazione più ampi di quanto finora auspicato solo in ambito di revisione toponomastica (CASSI-MARCACCINI, 1991; CASSI, 1998, p. 36). Siamo insomma ben lontani dalle istruzioni ufficiali per la revisione della CTR, che dovrebbe avvenire «dopo aver esaminato qualsiasi altra carta e documentazione riferita alla zona» e «percorrendo il territorio in tutta la sua estensione».

Se si vuole che la Carta Tecnica non si riveli solo strumento tecnico o documentazione mutilata e mutilante della ricchezza del territorio, contraddicendo gli scopi stessi per cui in origine era stata pensata («carta generale ovvero per definizione soddisfacente alle esigenze comuni al maggior numero possibile di utilizzatori»), è necessario procedere quanto prima ad una profonda opera di

revisione interdisciplinare della documentazione esistente che coinvolga una commissione di esperti di cultura del territorio (storici, geografi, linguisti), onde evitare errori grossolani e supplire alla deficitaria o a volte totalmente assente operazione di *feedback* demandata agli enti locali.

Per quanto riguarda le aree montane abbandonate, questa operazione non può che giovare alla reintegrazione di risorse «accantonate», anche nella prospettiva di un rilancio turistico-culturale e di una «frequentazione informata e cosciente del territorio», secondo quanto previsto dalla *Riforma della legislazione nazionale sul turismo* (cf. PASQUALIN, 2002): in altre parole, per far sì che i turisti siano sempre più abitanti e gli abitanti sempre meno superficiali fruitori del loro stesso territorio.

Bibliografia di riferimento

CASSI L. – MARCACCINI B., 1991, *Appunti per la revisione della toponomastica nella cartografia a grande scala. Saggio di correzione ed integrazione di un Elemento della CTR 1:5000 della Toscana*, «Geografia» 53, pp. 100-110.

CASSI L. – MARCACCINI B., 1998, *Toponomastica, beni culturali e ambientali. Gli «indicatori geografici» per un loro censimento*, Società Geografica Italiana, Roma (Memorie SGI, vol. 61).

CARTA TECNICA REGIONALE, 1982, Elemento 082122 «Valstagna»; Sezioni 083030 «Seren del Grappa», 083040 «Marziai», 083070 «Monte Fontana Secca» e 083080 «Segusino».

FARINELLI F., 1981, *Il villaggio indiano. Scienza, ideologia e geografia delle sedi*, Franco Angeli, Milano.

FARINELLI F., 1992, *I segni del mondo. Immagine cartografica e discorso geografico in età moderna*, La Nuova Italia, Firenze.

ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE, Tavolette 37 IV SE «Valstagna» (ed. 1886, 1910, 1969, 1971); 37 I NE «Seren del Grappa» (ed. 1887, 1902, 1959).

MATTANA U. - VAROTTO M. (a cura), 2001, *Terre Alte e Geografia. Prospettive di ricerca verso il 2002 AIM*, Dipartimento di Geografia (Quaderno n. 20), Padova.

PASQUALIN M., 2002, *Beni culturali, informazione cartografica e potenzialità ricreative del territorio: due contesti diversi nel Veneto*, «Bollettino AIC» 114-115, pp. 69-80.

SCANU G. (a cura), 2001, *Cultura cartografica e culture del territorio. Atti del Convegno Nazionale (Sassari, 12-13 dicembre 2000)*, AIC-Asita, Brigati, Genova.

VARDANEGA E., 2002, *Nomi di luogo: indicatori dell'abbandono nelle «terre alte»*, in M. VAROTTO – M. ZUNICA (a cura), *Scritti in ricordo di Giovanna Brunetta*, Dipartimento di Geografia, Padova, pp. 69-84.

VAROTTO M., 1999, *Terre Alte del Grappa: il fenomeno dell'abbandono tra realtà e cartografia*, «L'Universo» 3/79, pp. 348-364.

VAROTTO M., 2000, *Montagna senza dimore. Contributo allo studio dell'abbandono nelle «terre alte»*, Dipartimento di Geografia – Dottorato Uomo e ambiente, Padova (Tesi di dottorato).

VAROTTO M., (2000, in stampa), *Degrado ambientale, erosione culturale, desertificazione cartografica: gli effetti dell'abbandono nella media montagna prealpina*, in *Atti del XXVIII Congresso Geografico Italiano - Roma, 18-22 giugno 2000*, Società Geografica Italiana, Roma.

TRA CARTOGRAFIA SVILUPPO LOCALE E RISORSE DELLA MONTAGNA: L'ESEMPIO DELLA CARTA DEL SUGHERO DELLA SARDEGNA*

Giuseppe Scanu (**), **Caterina Madau** (**), **Cinzia Podda** (**)

(*) La ricerca e l'impostazione del lavoro sono comuni ai tre autori mentre G. Scanu ha curato i paragrafi 1,6 e 7, C. Madau, il 2 e il 3, C. Podda il 4 e il 5.

(**) Università di Sassari

1. Cartografia e sviluppo locale

Nel presente lavoro si cercherà di intendere la carta come un mezzo le cui potenzialità vanno ben oltre la comune accezione che, in generale, di essa si ha: uno dei più validi strumenti di ricerca, di studio, di interpretazione del territorio, che consente applicazioni, discriminazioni di dinamiche, simulazione di previsioni altrimenti impossibili. Di questa particolare "opportunità linguistica" si esaminerà sia il ruolo che può svolgere nella valutazione di processi economici o di analisi di sistemi di relazioni strutturate, sia quello di supporto innovativo nell'interazione tra il territorio e le imprese con particolare riferimento ai fattori esterni alla produzione, da quelli competitivi a quelli svantaggiosi, ovviamente all'interno di un definito contesto geografico. La carta, infatti, se redatta sulla base di un progetto opportunamente finalizzato (grazie anche all'innovazione offerta dai nuovi G.I.S. o dalle più recenti tecnologie di acquisizione, aggiornamento e rappresentazione dei fatti territoriali), può essere d'ausilio per le imprese purché si interfaccino le informazioni sulle risorse e sulla loro distribuzione geografica, con gli aspetti spaziali che insieme definiscono un sistema industriale. Inoltre, poiché consente di valutare la disponibilità reale di risorse ambientali o naturali necessarie alla produzione di determinati beni ad un preciso momento, ma anche di pianificare quella futura, può contribuire alla conoscenza di importanti fattori di impresa, ovvero di produzione e di mercato, altrimenti difficilmente rilevabili ed ancor più difficilmente valutabili, come ad esempio la localizzazione di una risorsa di base della produzione rispetto all'impresa e la difficoltà di accedervi e trasferirla al luogo di lavorazione. Pur tuttavia non ci si vuole, comunque, riferire ad una cartografia diversa da quella conosciuta; né si sta pensando di ideare alcun modello, disegno o visualizzazione di elementi geografici atti a processare, magari algoriticamente, una *summa* di

informazioni tali da trasformare una "non carta" in un documento visibile e cognitivo. Non è la tipologia del documento quindi ad essere discussa. La carta, anche nell'ottica del presente lavoro, continuerà ad essere contraddistinta dal contenuto e dal valore del simbolismo tradizionalmente conosciuto: da una parte il fondo, con tutto ciò che di tecnico-scientifico la sua adozione richiede, dall'altra il "tema" e la sua resa informativa esclusivamente affidata al graficismo. Semmai, è quest'ultimo che deve essere reso vieppiù incisivo ed evocativo, tanto da acquisire una forte valenza semantica con cui divenire, in un tempo, il segno, la sua rappresentazione ed il suo significato strutturato. Occorrerà, quindi, privilegiare la rappresentazione degli assetti geografici che derivano dalla interazione nel tempo dei fenomeni spaziali per prevederne l'evoluzione e consentire, con il ricorso ad altri strumenti e con il supporto di ulteriori informazioni, di guidare la simulazione dei nuovi scenari della competitività e dei mercati. Tutto ciò ben sapendo che una carta, per quanto finalizzata, progettata e redatta per avere queste prerogative, non esaurisce l'informazione geografica in maniera integrale ma può solo garantire la conoscenza di alcuni fenomeni e determinare, conoscere, o verificare talune relazioni spaziali. Per altro, proprio valutando il rapporto tra sviluppo locale, o sviluppo in genere, e fattori del sistema impresa evidenziabili attraverso la cartografia (localizzazione geografica, viabilità, centri di smistamento dei beni, assetti territoriali, ecc.), emerge in tutta la sua evidenza la notevole complessità della loro interrelazione ed è improponibile pensare ad una definizione di tanti e svariati aspetti attraverso il solo fatto grafico-cartografico. Ma può però chiarire alcuni aspetti: occorre, pertanto, mirare alle rappresentazioni atte ad evidenziare le relazioni tra le informazioni territoriali, ambientali e culturali con quelle economiche e strutturali dalle quali le imprese, grazie al graficismo traducibile in significato geografico, possano acquisire degli input da trasformare successivamente in vantaggio competitivo. Sicché il semplice "riferire" della presenza di un bosco di sughera in una determinata località montana, ad esempio, se interpretato in maniera intersettoriale, attraverso la relazione che può desumersi dalla realtà spaziale degli altri fenomeni rappresentati, come la viabilità con cui determinare la distanza e il costo di trasporto dal punto di estrazione del sughero alla fabbrica, potrebbe creare dei vantaggi per le imprese del settore trasformandosi in vero fattore di sviluppo allorché la pianificazione degli approvvigionamenti viene basata proprio su questo tipo di interazione tra diverse informazioni territoriali. In quest'ottica può allora intravedersi una ulteriore funzione della carta, che va ben oltre la mera informazione di tipo quali-quantitativo finora assegnatole, fino a divenire strategico-propositiva. Assicurare questa funzione non è certo semplice; né può essere acconsentita da una rappresentazione tradizionale, pure supportata dall'estro di un grande cartografo, dalle nuove tecnologie o dalla minuzia riposta nella raccolta, selezione, elaborazione e validazione delle informazioni geografiche. Nel caso della

esemplificazione del tema sugheriero qui proposto, pertanto, non sarebbe sufficiente aggiornare la pur valida *Carta forestale della Sardegna*[1] (visto che dal periodo di rilevamento e di edizione ad oggi sono trascorsi quasi tre decenni) e distribuirla alle imprese del settore come documento-strumento capace di generare vantaggi da cui derivare forme di competitività. Occorrono ben altre e specifiche opeazioni che devono completare quelle, pure importanti, dell'aggiornamento, oltre al ricorso alla interazione tra questa qualità cartografica con funzioni e ulteriori informazioni acconsentibili grazie ai moderni strumenti e alle nuove tecnologie e tecniche informatiche. Nell'ipotesi di voler raggiungere tale risultato, si può tracciare un percorso operativo che stabilisca le azioni da svolgere per trasformare la visualizzazione grafica in flusso strutturato di informazioni ambientali, territoriali, culturali ed economiche, dove le imprese possano ritrovare gli elementi cardine per perseguire i loro obiettivi. Un tentativo di realizzazione di questi assunti è quello che nel prosieguo verrà intentato con riferimento proprio al caso del sughero come risorsa, alle imprese sughericole come soggetti della produzione, al distretto del sughero come entità dello sviluppo locale e alla montagna sarda come ideale scenario che può consentire tutto ciò. A tal fine pare opportuno accennare, sia pure brevemente, alla specificità della sughera, alla sua distribuzione geografica, alla quantità di sughero prodotto nel tempo, ai mercati, alla specializzazione d'impresa ed ai *businnes* dedicati che possono fare emergere il rapporto tra produzione, impresa e sviluppo, soffermandosi soprattutto sui diversi elementi che ben si prestano a chiarire l'assunto di questo lavoro.

2. La montagna e la sughera: una geografia particolare nella specificità della Sardegna

2.1 Le condizioni ambientali

La sughera, *Quercus suber L.*, appartiene alla famiglia delle Fagacee; è specie longeva che può arrivare anche ai 200-250 anni, con altezza di 15-20 metri, ma anche 25, ed esemplari che possono raggiungere i 4 metri di circonferenza del tronco. La pianta sarebbe originaria del sud-ovest della Cina (Zhou, 1992) da dove, è opinione diffusa tra gli specialisti del settore, avrebbe iniziato la migrazione verso l'area del Mediterraneo durante il terziario. Da qui, con centro di diffusione nell'arco ibero-corso (Dettori *et Al.*, 2001), si è poi radicata nei paesi che si affacciano direttamente sul bacino occidentale del Mediterraneo: nord-Africa, Spagna, Francia, Italia e, in piccoli gruppi di probabile origine colturale, anche nella penisola Balcanica e in Grecia. In misura molto minore si rinviene poi in alcune regioni che si affacciano nell'Oceano Atlantico, come il Portogallo e le lande delle Bayenne francesi. Una distribuzione geografica assai particolare e de-

[1] Tale documento è stato prodotto dalla Stazione Sperimentale del Sughero di Tempio Pausania, (un ente regionale di ricerca applicata creato per favorire lo sviluppo del comparto del sughero) e stampata sulla base topografica al 25.000 nella prima edizione a cinque colori, dalla De Agostini nel 1988.

finita è, di fatto, quella che interessa la sughera essendo compresa entro 8° di latitudine nord (dal Marocco alla Francia) e 26° di longitudine (dai 9° di longitudine ovest del Portogallo ai 17° est della Calabria). Ed è la stessa particolare distribuzione geografica ad aver originato, secondo gli specialisti, due gruppi geneticamente diversi rinvenibili l'uno nell'areale iberico-francese, l'altro nelle regioni nord-africane, in Sardegna, Corsica, Sicilia, Italia continentale e Provenza (Toumi e Lumaret, 1998). Tale distribuzione definisce un areale in cui la montagna assume una funzione singolare sotto il profilo climatico poiché la prossimità costiera abbatte gli effetti che all'interno dei continenti, invece, essa esercita in maniera più incisiva sugli ecosistemi, condizionandone l'evoluzione o limitando l'ampiezza della fascia climax.

La sughera copre un escursus altitudinale di circa 2400 metri, passando dal livello del mare, come nel caso della Sardegna (nelle coste nord-orientali) alle cime delle montagne dell'Atlante, in Marocco nella zona di Djebee Tirardine; nel nostro paese però il suo limite non supera mediamente i 700-800 metri. La pianta predilige le regioni calde del clima sub-umido e umido di queste regioni, caratterizzate da una piovosità media non inferiore ad almeno 450 millimetri, ma si adatta anche ad ambienti la cui piovosità raggiunge i 200 mm, come nel nord-ovest del Portogallo oppure i 700-800 mm nel nord-Sardegna, purché l'aridità estiva non sia prolungata. Un ostacolo alla sua distribuzione è costituito dalle basse temperature, in quanto i limiti termici tollerati sono pari a 13°-14° per la temperatura media annua, con una minima assoluta di -7° o -8°, ma anche -10° secondo alcuni autori, ed una temperatura media del mese più freddo pari a 4°-5°. Essa preferisce i suoli non alcalinizzati, ovvero i substrati accentuatamente oligotrofici o addirittura distrofici, il che confermerebbe che il modello distributivo dell'Italia peninsulare sia di tipo relittuale, laddove una specie vegetale legnosa non riesce a costituire formazioni climatiche zonali.

Sono proprio tali condizioni ecologiche ad imporre alla sughera una distribuzione geografica particolare, limitata, appunto, alle regioni comprese tra la costa atlantica dell'Europa meridionale e quelle che si affacciano sul bacino occidentale del Mediterraneo.

2.2 Una marcata connotazione geografica

In tale areale la pianta sembra prediligere gli ambienti particolarmente movimentati, talora tormentati, come nel caso delle due isole maggiori del Mediterraneo dove le superfici occupate dalla sughera interessano le morfologie complesse ed acclivi, con forme vistose assimilabili piuttosto a quelle delle regioni giovani ancora sottoposte ad una forte azione geomorfica, anziché a territori in cui le vicende legate alle loro origini sono già consumate da tempo. Sono Regioni, quelle della sughera, con suoli poco evoluti e non particolarmente importanti dal punto di vista della qualità agricola, come su vaste plaghe della Sardegna, soprattutto quelle occupate dalle formazioni scistoso-granitiche, testimoni delle passate vicende orogeniche ercíniche. Una morfologia che sovente evolve in tavolati, piccoli e grandi fino alle "me-

setas" della Spagna, tra loro separati da notevoli incisioni vallive tanto da far parlare, ad esempio nel caso della Sardegna, di mosaico, di tasselli rimessi insieme quasi in maniera casuale dalle forze endogene dopo che, altre forze analoghe di tipo distensivo ne avevano determinato la struttura. A questo proposito, come è stato osservato (Mori, 1972, p. 29), la Sardegna, nonostante la modesta altezza media (334 m contro 568 della Corsica), il suo aspetto complessivamente piatto e la superficie relativamente ristretta (15%) occupata dai rilievi di oltre 500 m, è una regione prevalentemente montuosa, non tanto dal punto di vista altimetrico, quanto morfologico. Sicché, se in base ai soli caratteri dell'altimetria l'Isola risulta occupata per il 67% da colline e per il 15% da montagne, considerando gli aspetti morfologici queste ultime hanno la predominanza, stendendosi su quasi la metà del territorio mentre le parti propriamente collinari formano così solo 1/3 della regione. È nota, per altro, l'assenza di vere e proprie catene montuose, rinvenendosi solo massicci a dossi per lo più arrotondati uniti da altopiani o separati da pianure, vallate o depressioni, che dividono l'Isola in grandi settori montuosi di diversa altitudine tra cui il massiccio del Gennargentu, con la Punta La Marmora che raggiunge i 1384 metri. La sughera, si potrebbe dire, è una pianta non solo di montagna, ma predilige una montagna particolare: quella mediterranea. In Sardegna, infatti, si riproduce in tutte le combinazioni geomorfologiche che l'isola offre: dai rilievi granitici della Gallura e degli altopiani di Alà dei Sardi e Buddusò, alle montagne scistose, meno tormentate, del Marghine, del Goceano, di Ovodda; ma anche in buona parte delle morfologie ricadenti nella provincia di Nuoro e Cagliari (Barneschi, 1975). Esigenze antropiche ben determinate hanno invece sottratto alle morfologie pianeggianti la possibilità di ospitare le sugherete nonostante il loro habitat eccellente. Anche dal punto di vista pedologico, pur con un deciso orientamento verso i suoli a chimismo prevalentemente acido e non particolarmente evoluti, la sughera sembra abbracciare un'ampia gamma di substrati purché distribuiti in stazioni ecologiche e climatiche adatte alla vegetazione. Se è vero che la *Quercus suber L.* in Sardegna non è attualmente presente su alcuni substrati, come ad esempio quelli costituiti da rocce calcaree o da argilliti, non è altrettanto vero che questi presentano caratteristiche inadatte. Studi condotti nella seconda metà del secolo scorso, avrebbero infatti dimostrato che la pianta è stata eliminata da talune tipologie di queste rocce per soddisfare le esigenze agricole delle comunità locali. Del resto, la diffusione della sughera nel passato su questi substrati è attestata da numerosi documenti latini in cui si descrivevano i paesaggi della Sardegna (Barneschi, 1975). La potenziale vastità dell'areale di diffusione è altresì dimostrata dalle indagini condotte, ancora nella seconda metà del secolo scorso, su dati climatici in base ai quali si dimostrò che essa regima quasi tutti i climi di transizione che caratterizzano la nostra isola, dal livello del mare fino ai 900 m circa (Id. p. 175).

La conferma di un areale di diffusione ben più vasto di quello attuale è peraltro ricavabile proprio dalla citata Car-

ta Forestale della Sardegna, dalla quale si evince che la superficie interessata era pari al 30% dell'intera superficie regionale (Dettori et alii, 2001). È importante comunque tenere presente che non esiste un bosco puro di *Quercus suber L.*, ma solo boschi misti; in Sardegna, eccezionalmente, essa forma boschi misti con castagno (versanti occidentale, nord-occidentale e settentrionale del Gennargentu) o con *Quercus coccifera* (diversi lembi del Sulcis Iglesiente).

3. Superfici, produzione e mercato del sughero con particolare riferimento alla Sardegna

3.1 L'areale della sughera

Sulla base delle stime del Piano Sughericolo Nazionale predisposto dal Ministero delle Politiche agricole e forestali (2001), le aree di distribuzione delle sughere nel mondo sono ripartite come nella tabella seguente da cui si evince anche la produzione di sughero nel 1991.

Il Portogallo è il leader del settore, con oltre il 30% della superficie totale occupata da questa pianta che gli consente di coprire il 55% della produzione mondiale, seguito dalla Spagna, con il 23% della superficie ed il 28% di produzione e, a una certa distanza, quasi a parità di superficie, dalla Francia e dall'Italia. Particolarmente interessante appare la posizione di questi due paesi. La Francia, nonostante la superficie maggiore di sugherete (110.000 rispetto ai nostri 100.000 ettari), ha una produzione di soli 30.000 quintali a fronte dei 95.000 italiani; ciò denota una resa per unità media di superficie quasi triplicata.

In totale le regioni europee raggiungono il 63% della superficie mondiale e l'87% della produzione sughericola. Questo dimostra come l'attenzione per questa pianta sia particolare ed alto l'interesse, quasi da coltivazione intensiva se si confrontano i dati con il resto dei paesi africani i quali, pure raggiungendo complessivamente gli 858.000 ettari di superficie (pari al 37,6 di quella mondiale), riescono a fornire appena 400.000 quintali di corteccia estratta, il 13% nello scenario mondiale.

Tra di essi primeggia l'Algeria (con il 6% della produzione) ma anche la Tunisia che raggiunge gli stessi nostri risultati (95.000 q.) con una superficie però molto inferiore a quella italiana (stante alle stime ufficiali per quell'anno).

Sono dati, questi, da osservare con attenzione soprattutto se si pensa che la produzione africana era destinata prevalentemente all'esportazione fornendo materia grezza alle imprese del settore che, come nel caso di quelle sarde, hanno ormai raggiunto livelli di penetrazione sul mercato tali da necessitare di fonti esterne di approvvigionamento.

3.2 Una difficile valutazione territoriale

Nello scenario sughericolo nazionale la Sardegna assume una posizione di rilievo con il 90% di superficie occupata dalla sughera che si estende su 89.209 ettari (dati del 1997), dei quali 2/3 nella sola provincia di Sassari; il restante 10% è invece suddiviso in sette altre regioni: Sicilia, Calabria, Toscana, Lazio, Campania, Liguria e Piemonte, come si evince dalla tabella seguente in cui sono ripor-

Paesi	Superficie (ha)	% sul totale	Quant. estratta di sughero (q)	% sul totale
Portogallo	669.176	30	1.690.000	55
Spagna	500.000	23	860.000	28
Francia	110.000	5	30.000	1
Italia	100.000	5	95.000	3
Totale Ue	1.379.176	63	2.675.000	87
Algeria	410.000	18	183.000	6
Marocco	370.000	16	122.000	4
Tunisia	78.000	3	95.000	3
Totale paesi Magreb	858.000	37	400.000	13
Totale Generale	2.237.176	100	3.075.000	100

TABELLA 1) *Ripartizione territoriale della superficie a sughera e relativa produzione di sughero (al 1991).*

tate anche le relative produzioni (al 1997).

È da tener presente però, come è già stato osservato sia all'interno del Piano sughericolo nazionale, sia da altri autori, che esistono notevoli incongruenze per quanto concerne le superfici occupate dalla sughera da una parte e le relative produzioni dall'altra, in particolare per la Sardegna (Piano Sughericolo Nazionale,

Regioni	Superficie (ha)	% sul totale nazionale	Produzione di sughero (q)		
			gentile	grezzo	totale
Sardegna	89.209	90	77.643	6.910	84.553
Sicilia	84.553	6	12.820	1.560	14.380
Calabria	1.526	1,5	–	–	–
Toscana	1.246	1,2	5.964	269	6.233
Lazio	1.149	1,1	260	70	330
Campania	258	0,2	–	–	–
Liguria	3	–	–	–	–
Piemonte	3	–	–	–	–
Totale		100			

TABELLA. 2) *Superficie sughericola nazionale ripartita per regioni e relative produzioni.*

2001). Relativamente alle superfici, infatti, gli accertamenti effettuati dall'Istat per la Sardegna hanno "evidenziato più problemi di valutazione che nella consistenza complessiva" (Dettori et Alii., 2001, p. 38); ma tale riflessione, considerando la tipologia di copertura cui può dar luogo la sughera, può ben essere esportata alle altre regioni, forse non solo a livello nazionale. Viene infatti osservato che, per l'Istat, nel 1952, la superficie a sughera era pari a 75.415 ettari, nel 1963 a 50.525 ettari e, negli accertamenti effettuati tra il 1973 e 1974, gli ettari erano passati da 59.920 a 94.683. Negli anni ottanta e novanta si è invece registrata una contrazione arrivando a meno di 90.000 nel 1994. Per quanto attiene alla distribuzione per provincia, Sassari si presenta a maggior vocazione sugheriera sia in termini di produzione che di trasformazione; essa negli ultimi decenni ha ulteriormente rafforzato la sua posizione. Nel 1994 circa il 67% della superficie forestale regionale destinata alla sughera era concentrata in Gallura.

Questa estrema variabilità tra i dati relativi alle superfici occupate a sughera, nell'arco di così breve tempo, più che a differenze effettive sulla presenza, o meno, della pianta, potrebbe essere dovuta all'evoluzione delle forme di governo a fustaia della sughera che può aver subito variazioni negli ultimi cinquant'anni, il che fa propendere gli specialisti a considerare una copertura mai inferiore ai 70.000 ettari, ma non superiore ai 95.000, anche se negli anni più recenti sembra rivelarsi una tendenza alla contrazione per diversi motivi: biotici (insetti), patogeni (funghi), colturali e sociali (incendi).

Se però si osserva il censimento delle superfici forestali effettuato dal Corpo forestale, ultimato nel 1996, si evince, nel complesso, un'enorme discordanza rispetto ai dati rilevati dall'Istat. A fronte dei 475.000 ettari di superficie boschiva che l'Istat attribuiva all'isola, il Corpo Forestale ne stimò ben 874.000, aggiornati successivamente (1998) sulla base della definizione di bosco utilizzata dalla FAO nell'inventario forestale mondiale del 2000, secondo cui "è definibile bosco o foresta un terreno coltivato o naturale con alberi capaci di raggiungere i 5 metri di altezza a maturità, la cui area di insipienza copra più del 10% di un'area di almeno 5.000 mq".

Provincia	1963	1969	1979	1989	1993	1994
Sassari	29.330	34.212	–	60.981	61.104	58.759
Nuoro	15.099	17.331	–	17.263	17.258	17.258
Cagliari	6.096	12.281	–	9.023	9.023	9.023
Oristano	–	–	–	3.632	3.632	3.632
Sardegna	50.525	63.824	94.636	90.899	91.017	88.672

TABELLA. 3) *Evoluzione delle superfici occupate da sughera (in ha) per Provincia e totale regionale.*

Ne deriva che il totale della superficie boschiva acquista un ulteriore incremento portandosi a 1.095.847 ettari di cui 122.204 (il 34,06%) costituito da sugherete e soprassuoli a sughera, naturalmente con qualche limite connesso alla definizione di bosco (Beccu, 1998, pp. 17-21). Anche i dati rilevati dal corpo forestale assegnano la superficie maggiore alla provincia di Sassari con 66.720 ettari, seguita da Nuoro con 32.914 ettari, da Cagliari (11.725 ha) e da Oristano con soli 10.845, per un totale di 122.204 ettari.

La discordanza dei dati emerge anche se si rapportano i dati dell'inventario forestale nazionale e quelli ricavabili dalla citata Carta Forestale della Sardegna, dove vengono considerate sugherete anche le superfici con copertura tra il 25% e il 40%, mentre oggi, la normativa regionale in vigore sulla sughericoltura (L.R. n. 4/94) le considera solo alberature sparse.

3.3 Le produzioni

Altresì complesso è il discorso sulle produzioni dove entrano in gioco le due tipologie di sughero che vengono estratte (sugherone e sughero gentile) e che dipendono direttamente dalla prima decortica e dal periodo che intercorre tra questa e quella successiva. Sono tanti i fattori che entrano quindi in gioco sia nella produzione annuale, variabile forse come nessun altra tipologia di prodotti, sia in quella per ettaro, in dipendenza della densità i piante, della tipologia di coltura e di ciclicità della decortica e, non ultimo, dei fattori ambientali o geografici in senso lato. La produzione, secondo il Mori (1972, p. 193) è oscillata "negli ultimi anni tra i 50 e i 150.000 quintali annui; la media del quinquennio 1966-70 è risultata di 110.000 q, di cui oltre il 90% di sughero gentile e il resto di sugherone. Nonostante il Piano sughericolo nazionale ritenga comunque attendibile una produzione media complessiva di circa 160.000 quintali perché tale dato è in linea con i volumi di sughero realmente lavorati in Italia, osservando la figura 1 si vede però come tale dato non coincida con quello rilevato dall'Istat all'interno della serie storica analizzata.

Si osserva, infatti, l'estrema variabilità dei dati di produzione negli anni, con cifre che oscillano assai bruscamente ed apparentemente senza seguire un trend spiegabile logicamente. Nella stessa figura è riportata anche la produzione regionale che occupa sempre una percentuale molto alta nel totale nazionale anche se, è facile osservare, difficilmente si può spiegare un'incidenza all'interno di questo raffronto della produzione delle altre regioni in maniera importante, se essa viene rapportata alle relative superfici. Anche in questo caso esistono comunque divergenze circa le effettive produzioni tra i valori ufficiali e quelli assunti da altre fonti tanto da indurre gli specialisti a cercare di ipotizzare dei parametri di riferimento unitari sulla base di dati provenienti da osservazioni relative ad un numero di albero-campione elevato: anche 350.000 (Sanfilippo, 1979); oppure numero di piante per ettaro o ciclicità dell'estrazione (Falchi, 1961; De Philippis, 1936), ecc., con valori che oscillano dai 95 kg/ha del 1997 per l'Istat, ai 250

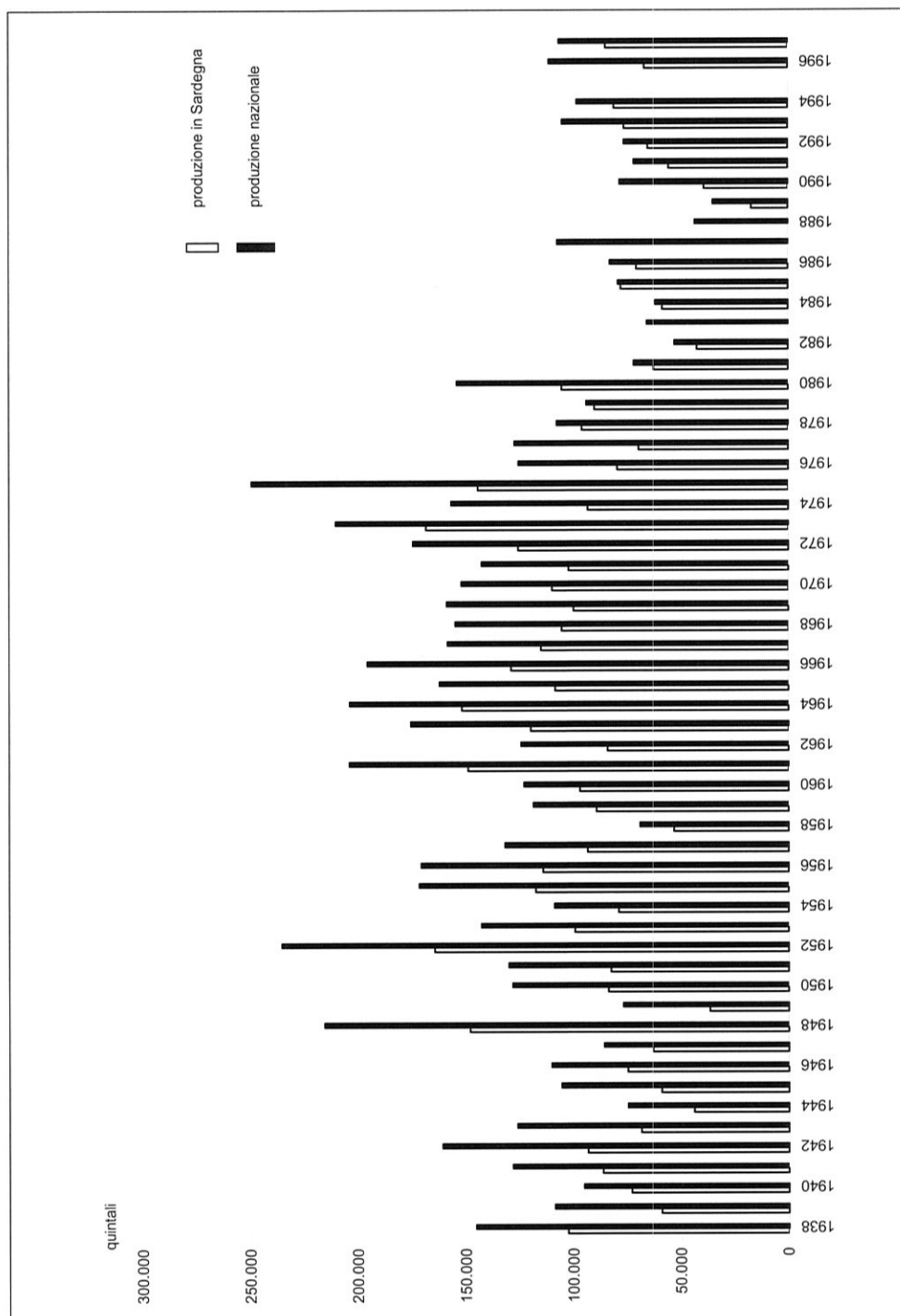



FIGURA. 1) *Evoluzione della produzione di sughero in Sardegna e confronto con il totale nazionale con la relativa percentuale.* (*Serie storica, anni 1938-1997. Fonte Istat*).

kg/ha per una densità pari a 200 piante ad ettaro, oppure tra 200-500 kg/ha.

Si tratta comunque di stime empiriche che dipendono appunto da una serie diversa di fattori oltre che dalla tipologia di analisi considerata e, infine, dalla attendibilità del dato effettivo connesso con la difficoltà di risalire alla certezza della produzione se la sughereta è di proprietà privata e l'estrazione e la commercializzazione del prodotto segue dei canali di tipo tradizionale/artigianale senza passare da vie in qualche modo riconducibili alla ufficialità.

3.4 Un curioso andamento del mercato

I dati sulle importazioni e le esportazioni di sughero greggio e lavorato analizzati evidenziano una inequivocabile dipendenza dai mercati esteri, con un sensibile svantaggio nei bilanci di pagamento soprattutto se si considera la bassa quantità di sughero lavorato che poi viene esportato. Ciò, ovviamente, si presta a diverse considerazioni che chiamano direttamente in causa il mercato del settore e gli eventi degli ultimi anni cui, secondo gli esperti, esso sembra ricollegarsi direttamente: il boom del settore vitivinicolo e la riscoperta del turacciolo di qualità come elemento importante della fase finale del processo di produzione del vino, da cui dipende il risultato dell'affinamento in bottiglia che ne esalta le caratteristiche di struttura, colore ed organolettiche.

Tale situazione appare subito chiara se si osserva la tabella 4 dove sono riportati i dati relativi alle quantità di sughero greggio e lavorato importato (espressi in quintali), il corrispondente quantitativo esportato, ed il saldo con le rispettive variazioni percentuali. Pure evitando di prendere in considerazione gli anni '96 e '97, perché appare impensabile presupporre che tale calo improvviso sia dovuto all'assenza del dato del sughero lavorato, si osserva come i valori di sughero importato siano sempre elevati e come siano superiori per quegli stessi anni nella produzione complessiva nazionale.

È evidente, da ciò, che in un serio processo di sviluppo basato sulla efficienza e sulla strutturazione della filiera integrata in tutti i suoi momenti, dalla disponibilità alla qualità della materia prima fino alla commercializzazione del prodotto finito che vede il suo più grande vantaggio competitivo nella interazione con il territorio ove ha sede il sistema di imprese, occorre in primo luogo garantire proprio alle stesse imprese la materia prima evitando il ricorso dell'approvvigionamento presso i mercati esteri il cui costo finale a piè d'opera è molto più elevato. Per la Sardegna, di tale problema si è discusso in più di un'occasione e purtroppo ad oggi sembra essere svanito il vantaggio, acquisito in passato e che ha determinato anche la nascita del distretto sughericolo, di ottenere più facilmente rispetto alle imprese "continentali" la materia prima. In realtà la carenza di sughero per soddisfare le esigenze della produzione era già stata segnalata un trentennio or sono, ed è divenuta quasi strutturale rappresentando un forte svantaggio cui occorre rimediare visto che, ancora di recente, 4 imprese su 5 la indicano come problema principale per altro rafforzatosi sia

Anno	Import (q)	Var. %	Export (q)	Var. %	Saldo (q)	Var. %
1984	139.150	–	10.260	–	128.890	–
1985	139.130	-0,01	12.365	20,51	126.765	-1,64
1986	149.146	7,19	10.403	-15,86	138.743	9,44
1987	159.403	6,87	12.320	18,42	147.083	6,01
1988	166.670	4,55	18.180	47,56	148.490	0,95
1989	166.673	0,002	33.546	84,52	133.127	-10,34
1990	147.272	-11,64	30.445	-9,24	116.827	-12,24
1991	150.095	1,91	26.054	-14,42	124.041	6,17
1992	166.480	10,91	25.992	-0,23	140.488	13,25
1993	214.493	28,84	30.310	16,61	184.183	31,10
1994	253.491	18,18	32.172	6,14	221.319	20,16
1995	269.414	6,28	40.442	25,70	228.972	3,45

TABELLA 4) *Quintali di sughero greggio (o semplicemente preparato) e lavorato (frantumato, granulato o polverizzato, ecc.), importato ed esportato in Italia nel periodo 1984-95 (Fonte Istat).*

per il calo della produzione iberica sia per una propensione, per i paesi del Magreb, a trasformare la materia prima in loco (Ruju, 2002, p. 226). Ed è un dato altrettanto certo che il trend generale, del calo complessivo della produzione sughericola è dovuto anche alla riduzione delle superfici a sughera per cui il problema della ricostituzione della base di approvvigionamento della materia prima si pone in maniera prioritaria, visto che i tentativi di rimboschimento finora intentati non hanno dato i risultati sperati, per una serie di motivi. Tra questi: il fenomeno degli incendi, l'elevato patrimonio ovicaprino (ormai vicino a 4.000.000 di capi) e l'esigenza di recuperare nuove superfici a pascolo, ed inoltre la politica forestale non particolarmente incisiva per il settore che ha sempre favorito l'immissione di specie a rapido accrescimento.

4. Un tentativo di conoscenza della risorsa sughero e della sua evoluzione nel tempo attraverso la cartografia "della sughera"

4.1 Considerazioni preliminari

In apertura del presente lavoro si è cercato di delineare alcuni presupposti che possono caratterizzare la nuova cartografia del sughero ad orientamento soprattutto propositivo pure ammettendo che esempi di rappresentazioni sulla stessa tematica, o comunque contemplanti la presenza della sughera, sono stati prodotti in diverse occasioni, con differenti finalità, modalità e caratteristi-

che tecnico-costruttive. Proprio perché le finalità della nuova carta in discussione appare molto diversa, sia pure nella ideazione progettuale, rispetto a quelle già prodotte, al fine di coglierne e sancirne le differenze, si è ritenuto opportuno richiamare le precedenti produzioni e delinearne sinteticamente le principali caratteristiche: è una sorta di rivisitazione, in chiave storico-documentale, necessaria al fine di definire correttamente le basi della nuova carta del sughero di cui si sta discutendo. Non possono però considerarsi tutti i documenti che, storicamente ma anche in tempi più prossimi a noi, hanno in qualche modo tramandato informazioni sul bosco sardo di cui la sughera, appunto, è da sempre un'importante componente, anche se sarebbe certo interessante tentare la ricostruzione della evoluzione della copertura boschiva della Sardegna, sulla base dell'analisi delle rappresentazioni cartografiche. Sono questi ultimi gli unici documenti che, per il passato, possono in qualche modo segnalarci, pure con le approssimazioni e con i distinguo che tale simbolismo merita, informazioni geografiche di una certa rilevanza per il territorio, tali da attirare l'attenzione del cartografo di allora, non certo propenso a cogliere tutto ciò che in esso si poteva manifestare ma solo alcuni aspetti che parevano interessanti da riportare sul documento per abbellire, per completezza di disegno, per documentare.

L'eccessiva "approssimazione" e la straordinaria enfasi nel disegno riportato nei documenti che hanno dato della Sardegna una realtà talvolta immaginaria, altre volte immaginata, a fronte della sua vera geografia, il simbolismo molto particolare talvolta utilizzato per rappresentare la vegetazione, unitamente all'assenza di legenda specifica (tutte cose assolutamente normali nella cartografia storica) perdurata troppo a lungo nel tempo, in pratica fino a quando il generale La Marmora (ma siamo già negli anni trenta del XIX secolo) non ha rilevato in maniera geometricamente corretta la vera realtà isolana, hanno sconsigliato di approfondire l'analisi a ritroso nel tempo. Si è allora deciso di partire dal momento in cui possono assumersi notizie certe, o meglio attingere a informazioni inconfutabilmente reperibili su cartografie che permettano, almeno, localizzazioni di tipo regionale se non delimitazioni puntuali, quindi alla sola scala geografica. Ciò può essere portato avanti, come scansione temporale, fino al momento della realizzazione, da parte della Stazione Sperimentale del Sughero, della Carta Forestale della Sardegna già citata in precedenza, prodotta tra la fine degli anni '70 e gli anni '80 del secolo appena passato.

4.2 Dalla informazione geografica alla geografia della sughera

Sotto questo profilo e con detta prospettiva, le prime notizie relative sia alla distribuzione dei boschi della Sardegna sia alla presenza delle aree occupate da sughera riscontrabili nella cartografia, si possono far partire dal 1934, in concomitanza con la celebrazione a Cagliari del XII Congresso Geografico Italiano, quando la superficie interessata dai boschi era di appena 110.000 ettari, corrispondenti ad un indice di boscosità bas-

FIGURA 2) *La presenza della sughera in Sardegna secondo F. Passino. (scala ridotta rispetto all'originale).*

sissimo, il 4,5% appena. In quella sede, una carta presentata da Francesco Passino "Distribuzione delle colture in Sardegna" (fig. 2) alla scala 1:1.000.000 ad illustrazione della sua relazione "La bonifica integrale in Sardegna", riporta i boschi (che nella relazione sono riferiti al leccio), la sughera ed il castagno. Le poche parole a commento della illustrazione, tutto sommato non aggiungono molto al quadro geografico già noto ad allora per questa pianta mentre la rappresentazione fa riferimento solo ad alcune aree che, data la scala della carta, possono essere solo assegnate geograficamente: le superfici stimate ammontano a 13.616 ha di sugherete. "La coltivazione del sughero trova ambiente favorevole specie nella parte centrale e settentrionale dell'Isola ed acquista particolare importanza per la maggiore superficie interessata, nei comuni di Aggius, Luras, Sedini, Perfugas, Chiaramonti, Villanova Monteleone, Nule, Orani, Neoneli, Laconi, Villanovatulo, Morgongiori, Escalaplano e San Basilio.

La grande maggioranza del sughero viene lavorato a Tempio" (Passino, 1935, p. 14).

Si tratta comunque di un documento interessante, pure nella sua semplicistica concezione, che inizia a fornire indicazioni precise sulla presenza e sulla distribuzione geografica della pianta, quantomeno sulle aree dove essa prevaleva.

Già dai primi decenni del secolo appena passato, comunque, il problema della estensione delle sugherete andava ponendosi anche in concomitanza con la nuova attività di lavorazione della sua corteccia che aveva iniziato ad affermarsi e a divulgarsi in Gallura. E già da allora la valutazione delle superfici da esse occupate ha dato luogo a nutrite discussioni e a pareri spesso discordanti: per il 1922, ad esempio, si sono proposti 42.000 ettari di sugherete , nel 1927 si hanno invece 78.000 ettari (Flores, 1929), nel 1933, 27.000 ettari (Agostini, 1933) che l'anno successivo divengono 50.000 (Bassi, 1934) mentre, come si è accennato, per Passino non superavano i 13.616 ha. È però una discordanza di dati troppo marcata per pensare che sia dovuta ad una variabilità intercorsa con il solo passare dei pochi anni in cui il fenomeno è stato rilevato, essa è imputabile, piuttosto, ai sistemi di osservazione e di rilevazione differenti utilizzati dagli autori, anche in relazione alla empiricità e alla difficoltà di reperire informazioni dirette sul territorio.

Nel 1938, com'è noto, venne pubblicata dalla Milizia Nazionale Forestale, la *Carta forestale della Sardegna*. Importantissima per conoscere lo stato e l'ubicazione delle foreste che, in quel periodo, appaiono essenzialmente localizzate nelle regioni del Limbara, della catena del Marghine-Goceano, nell'altopiano di Alà e Buddusò, Monte Ferru e nella fascia orientale dell'isola: in particolare nell'Ogliastra e Quirra, nel Sarcidano, nell'Iglesiente e nel Sulcis. Resta difficile pensare che la ridotta copertura vegetale che traspare dalla Carta, fosse la reale consistenza boschiva del periodo; è piuttosto verosimile che, trattandosi di una "carta delle foreste", nella rappresentazione siano state considerate solamente le foreste in senso stretto, omettendo quindi tutta la restante copertura vege-

tazionale che non presentava tali requisiti. La carta venne redatta su base topografica I.G.M. alla scala 1:100.000, utilizzando l'edizione a tre colori col viola per i limiti amministrativi; consta di 30 fogli più uno per la legenda.

Le varie essenze individuate e classificate nella carta sono evidenziate da una diversa colorazione; all'interno della stessa specie si è però distinto il tipo di governo in alto fusto, ceduo composto, con tratteggio verticale e orizzontale, e ceduo mentre con altra simbologia sono stati individuati i boschi degradati. Le specie classificate sono: resinose (per le quali sono stati distinti: l'abete rosso, l'abete bianco, il larice, il pino e il pino domestico); faggio; rovere e farnia; cerro; sughera; castagno; altre specie o misti; boschi degradati.

L'elemento che colpisce maggiormente osservando la carta è, come detto, la relativa piccola estensione delle aree ricoperte da vegetazione.

Nonostante il notevole impulso dato all'Isola dallo Stato (I.G.M.) e dalla ancor giovane Regione Autonoma sarda, per le produzioni cartografiche di base a grande scala, con la Carta Forestale cessano le rappresentazioni a tema che riportano informazioni sulla copertura vegetazionali in genere e quindi anche sulla sughera, se non allorquando occupa formazioni boschive variamente estese, tanto da poterla considerare predominante o caratterizzante. In tal caso compaiono in schemi cartografici di diverse pubblicazioni, che vale ugualmente la pena di osservare se non altro perché completano il quadro della conoscenza documentata ufficialmente sulla presenza della sughera.

In primo luogo può essere citata la carta dei "paesaggi vegetali della Sardegna" (fig. 3) contenuta nell'opera omnia sulla geografia della Sardegna redatta negli anni '30 da M. Le Lannou il quale, oltre alla distribuzione geografica del manto vegetale, fornisce anche informazioni sulle specie presenti nell'Isola. La sughereta, anche per lo studioso francese, compare in maniera "densa" soprattutto nella Gallura e nella Catena del Marghine con una presenza importante nel settore del Montiferru, fino ad Abbasanta e, a sud-ovest, nell'Iglesiente. "Le foreste dense di sughere non coprono più di una decina di migliaia di ettari nella Gallura centrale, nel resto dell'Isola sono formazioni boschive molto rade mescolate alla macchia" (Le Lannou, 1979, p. 62). Sicuramente particolari sono i tre schemi cartografici, alquanto specifici, redatti nel 1968 da P.V. Arrigoni, che riportano la distribuzione di: *Quercus iles* L., *Q. pubescens Wiled* e *Q. suber* L., quest'ultima di interesse ai fini del presente lavoro e riportate in figura 4.

Nel censimento delle aree con superfici significativamente cartografabili, l'autore ha utilizzato dei simboli a forma di stellette, più grandi o più piccole a seconda della superficie occupata dai boschi, segnalando con le prime le aree di circa 1.000 ettari di superficie boscata e con le seconde quelle di circa 100 ettari. Il Quercus suber L. appare esteso soprattutto nella Sardegna centro-settentrionale: Altopiano di Tempio, Calangianus, Aggius, Buddusò, Alà dei Sardi, Bitti, Orune, nelle regioni comprese tra Abbasanta e Sorgono ed in alcune aree meridionali in particolare nel Sulcis e nel-

FIGURA 3) *I paesaggi vegetali. 1, lecci; 2, sughere; 3, roveri; 4, castagni; 5, palme nane; 6, flora alpina delle cime (Le Lannou, 1979).*

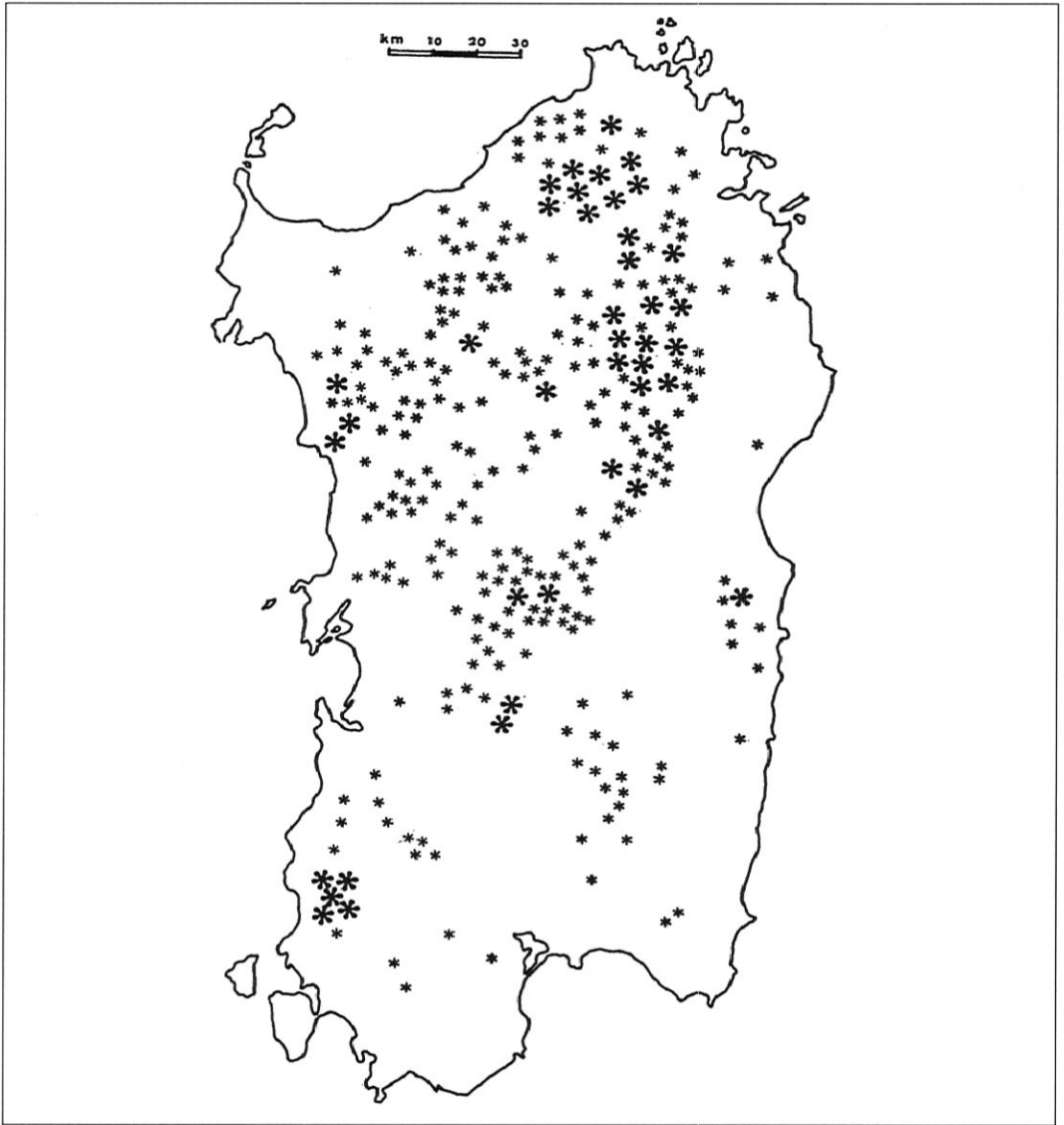



FIGURA 4) *"Distribuzione dei boschi di* Quercus suber L., *in Sardegna. I contrassegni grandi indicano superfici boscate di circa 1000 ha, quelli piccoli la presenza di superfici fino a 100 ha." (Arrigoni, 1968).*

l'Iglesiente mentre, su gran parte del territorio esistono anche popolazioni di più limitata superficie e grosse estensioni di pascoli arborati con sughere. Da un rapido calcolo, che poi consiste nel facilissimo computo delle stesse, al momento della redazione della carta (1968), risultavano circa 41.000 ettari (quarantuno

stelle grandi) concentrati, oltre 24.200 ettari maggiormente diffusi (242 stelle piccole) per un totale, quindi, di 65.200 ettari di sugherete. "I boschi di sughera sono distribuiti in Sardegna dal piano montano della lecceta, con esclusione dei settori più freddi e continentali, a quello basale delle foreste miste di sclerofille termoxerofile, con chiara preferenza però per i settori più oceanici e piovosi dell'Isola" (Arrigoni, 1968, p.80).

Tra le altre carte prodotte successivamente e che possono essere prese in considerazione al fine di tracciare il quadro della presenza della sughera e della sua distribuzione geografica, ma anche nell'analisi delle vicende evolutive dell'aspetto vegetazione in genere, occorre ricordare la "Carta della utilizzazione del suolo" del C.N.R., della Direzione Generale del Catasto e dei SS.TT.EE., edita dal T.C.I. Anche se ottimo documento alla scala 1:200.000, esteso a tutto il territorio nazionale, basato più che altro sulla elaborazione dei dati catastali e con una interessante legenda, essa, in quanto tale, si presta assai poco ai fini in esame in quanto dalla legenda è assente la classe specifica "sughera" essendo ricompresa nelle tre essenze di bosco (ceduo, d'alto fusto, promiscuo – ceduo composto) e nel castagneto. Alla carta è però accompagnata una "Memoria illustrativa" che per la Sardegna è stata curata da Mori (1972) in cui si rinviene una interessante analisi geografica della situazione forestale e della evoluzione della copertura boschiva sarda con elaborazioni cartografiche tra cui quella per essenze, ove, sia pure in modo schematico, in virtù della scala geografica, è riportata la localizzazione dei boschi a sughera (fig. 5). "Le sugherete coprono in Sardegna circa 60.000 ettari, cioè un po' meno della metà dei boschi tenuti a fustaia, ma circa 12/3 dell'intera superficie subericola italiana. Come risulta bene dalla carta, più della metà di esse rientrano in provincia di Sassari, ed è essenzialmente la Gallura la tipica patria del sughero sardo, che ne caratterizza il paesaggio attorno a Tempio, a Calangianus, a Luogosanto; ma anche più a sud, sempre su terreni granitici, tra Monti ed Oschiri e tra Alà e Buddusò e fino in territorio nuorese, tra Bitti e Nuoro stessa. Troviamo ancora sugherete nel Logudoro calcareo e trachitico e sui colli scistosi dell'Iglesiente, ma la netta supre-mazia della Gallura granitica è solidamente fondata sulla minore importanza che ivi assume l'allevamento ovino (nonostante le capre) e sul tipo di insediamento meno accentrato che consente una miglior protezione contro gli incendi" (Mori, 1972, p. 192).

Importante sotto il profilo generale è, inoltre, l'analisi della Carta della Montagna redatta nel 1976 dal Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste relativa alla distribuzione dei boschi in Sardegna che riporta, in maniera altamente dettagliata, le superfici ricoperte dal manto vegetale. La percentuale dei boschi presenti nell'Isola, ad allora, raggiungeva una media intorno al 17%: quasi il 15,2% nel Nuorese, 17,5% nel Sassarese e 18,7% nel Cagliaritano.

Ma circa la metà della superficie classificata come "bosco" era, presumibilmente, forma di transizione tra la macchia mediterranea ed il bosco degradato.

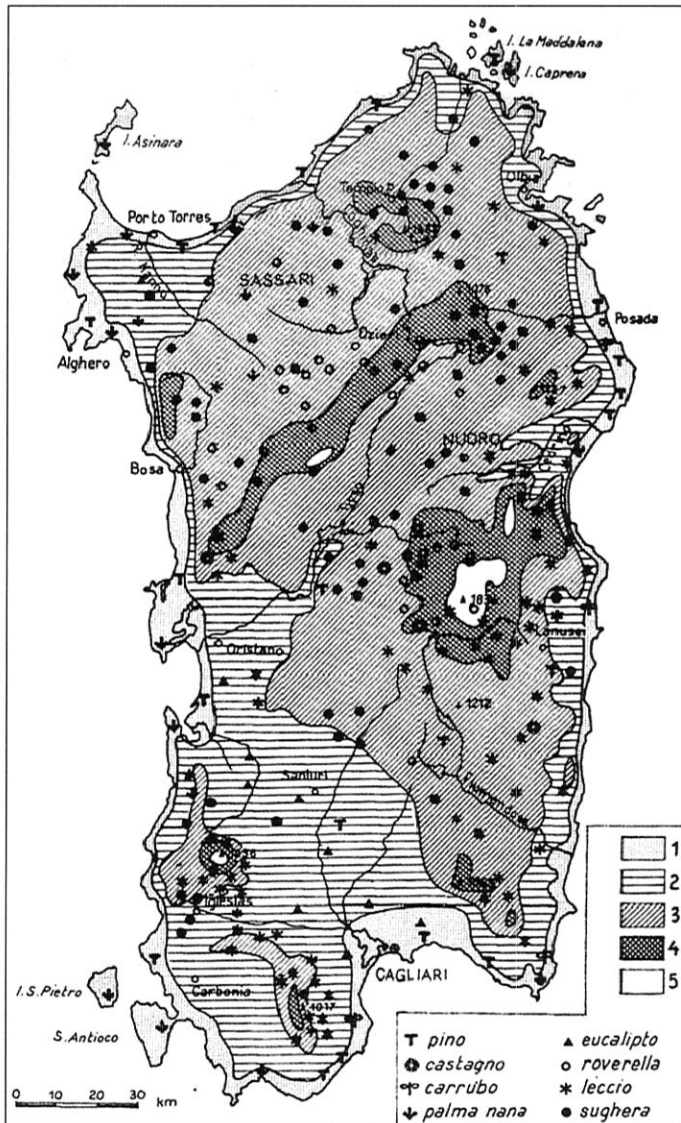



FIGURA 5) *"Formazioni vegetali e loro distribuzione (sec. Arrigoni).*
1, garrighe a labiate e macchie litoranee di sclerofille sempreverdi; 2, boschi e macchie miste sempreverdi termoxerofile; 3, orizzonte mesofilo delle querce sempreverdi con leccete e sugherete prevalenti; 4, orizzonte freddo-umido della foresta montana e submontana di leccio e roverella con boschi di castagno di derivaz. Antropica; 5, arbusti montani prostrati e steppe montane a graminacee, timo e ginestra." (Mori, 1972).

4.3) La Carta Forestale della Sardegna: un documento finalmente esatto

Assai interessante è, invece, la citata "Carta Forestale della Sardegna" della Stazione Sperimentale del Sughero, basata su rilievi diretti eseguiti negli anni '70 ed edita dalla De Agostini su base I.G.M. al 25.000 nel 1988. Più che una carta forestale è una carta della vegetazione, interessante e pressoché ineguagliato esempio di una carta vegetazionale regionale finalizzata alla ricerca scientifica piuttosto che ad un uso applicato sul territorio. La carta è corredata di una legenda abbastanza complessa e dettagliata che comprende 17 associazioni, evidenziate da campiture con colori diversi e 87 sub-associazioni individuate da lettere alfabetiche accompagnate da numeri.

Ad eccezione di due classi, che in qualche modo rappresentano le aree delle "tare", la prima, ovvero quella laddove non esiste possibilità di dare avvio ad un processo produttivo sotto il profilo vegetazionale immediato, e la seconda, che invece è riferita ai suoli che già ospitano o possono ospitare forme di agricoltura intensiva o specializzata, nelle altre 15 sono contemplate delle sub-associazioni che illustrano l'integrazione e la correlazione di una o più specie vegetali tra loro e "con la conduzione selvicolturale dei complessi boscati, o con la vegetazione della macchia mediterranea, con i sottoboschi o con le attività antropiche: pascolo, incendi". La rappresentazione cartografica è accompagnata da una breve monografia che illustra la metodologia e descrive sinteticamente le associazioni con le sub-associazioni, riportando anche un minimo di riferimenti bibliografici. In tempi più recenti, la stessa Stazione Sperimentale del Sughero ha provveduto ad informatizzare la carta attraverso la digitalizzazione delle informazioni, ottenendo un documento che assicura la restituzione al computer, con uscite a scala variabile in relazione alle esigenze dei singoli operatori, e con selezione in automatico dei diversi livelli con una singola sub-associazione vegetazionale.

Le voci di legenda che contemplano l'essenza sughera sono in tutto 44 nelle forme e nella tipologia composizionale, qualitativa ma anche quantitativa (come percentuale di copertura) più svariata, denotando un dettaglio estremo che non facilita di certo la lettura, quantomeno a livello di visione generale della presenza della pianta e complessificandone, di fatto, l'analisi della distribuzione geografica.

Oltre al bosco, suddiviso in quattro tipologie con elementi anche sparsi (di sughera) compare il ceduo, in tre tipologie ugualmente con elementi sparsi o elementi di sughera, la fustaia, in 3 voci con elementi qui però solo sparsi di sughera, il pascolo, in 2 voci, ovviamente arborato, con sughera. Sono poi presenti 4 voci singole: impianti artificiali di eucaliptus su macchia foresta con elementi sparsi di sughera, pineta con rinnovazione di sughera, suoli attualmente coperti da sughera e zone cespugliate – bosco olivastrato con elementi di sughera, oltre, infine, a ben 28 categorie di "sughereta" che comprendono le più svariate sub-associazioni: dalle piante sparse, a gruppi cespugliata, cespugliata, coetanea, decespugliata, disetanea, mista, ecc. Il rilevatore, in definitiva, non ha certamente lesinato il ricorso a classificazioni o a tipologie associative cer-

cando apparente-mente più di separarle piuttosto che accorparle per facilitare la lettura. Numerose sono anche le voci in cui si fa riferimento alla percentuale di copertura: 25-40%, con copertura tendenzialmente disetanea o solo disetanea, 40%, disetanea cespugliata con elementi di novellame e poi di leccio, decespugliata, 60% decespugliata, 26-30% e 30% mista a leccio e novellame. Una classificazione estremamente dettagliata e forse esagerata, in definitiva, soprattutto per ciò che concerne la sua lettura alla scala regionale e la possibilità di estrarre, da ciò, delle sintesi conoscitive utili ai fini della pianificazione.

La parte di legenda che contempla la sughera è riportata nella tavola 1.

Una legenda con un tema così minuziosamente descritto non può che portare ad una lettura che, se da una parte consente la discriminazione delle varie associazioni in cui la sughera entra nelle più eterogenee o variegate composizioni e di cogliere in dettaglio i vari elementi e riferirli geograficamente senza ulteriori rielaborazioni, dall'altra fa perdere la visione d'insieme e la sinotticità che invece potrebbe essere interessante mantenere, soprattutto in riferimento alla pianificazione.

Il tentativo (di moda negli anni '80) di produrre cartografie automatizzate basandosi sulla fotointerpretazione di aerofotografie restituite per maglie omogenee distinte da graficismi o numeri di cui si può ricordare la carta curata dall'Ersat, l'Ente regionale di sviluppo e assistenza tecnica in agricoltura, non ha tuttavia avuto una grande fortuna se non per alcuni usi istituzionali.

Un documento degno invece di menzione ai fini in esame, è il cosiddetto inventario "IFRAS", ovvero l'Inventario Forestale Regionale e dei Piani di Assestamento dei Soprassuoli forestali dei territori di proprietà e/o in gestione all'Azienda Foreste Demaniali della Regione Autonoma della Sardegna, all'Azienda Speciale di Buddusò e del Comune di Pattada. Si tratta di un lavoro di fotointerpretazione dei punti del reticolato inventariale U.T.M. (400x400m) trasferiti dalle tavolette IGM sulle corrispondenti riprese aeree in scala media 1:33.000, alla quale è stato sovrapposto un templetto trasparente in materiale indeformabile su cui sono state riportate le aree da interpretare, aventi una superficie di 10.000 mq circa, il cui punto centrale indica il nodo del reticolo inventariale U.T.M. Con codici numerici appositamente selezionati per ognuno di questi punti, è stato riportato il tipo di uso del suolo, individuato all'interno di una serie di sotto sistemi per ognuna delle 9 categorie fondamentali, differenziate a cascata, in più livelli: il tutto ovviamente accompagnato da una rigida procedura stabilita tenendo conto di molteplici parametri: dal fotointerprete alla categoria media di usi ricorrenti nel reticolo, alla presenza all'interno di elementi lineari, ecc. La referenziazione geografica è stata poi effettuata automaticamente tenendo conto dell'adeguamento dei punti indice. Interessante appare il rilievo della presenza della sughera, censita tenendo conto di indicazioni minime di copertura del reticolo. Si può osservare che la presenza della pianta corrisponde a quello ormai

Bosco
Bosco di olivastro con elementi di sughera Bosco misto di conifere con elementi di sughera e macchia mediterranea Bosco misto di olivastro con roverella ed elementi di sughera, leccio e bagolaro Bosco misto di roverella e leccio con elementi sparsi di sughera
Ceduo: Cedui di Quercus ilex con elementi sparsi di sughera Cedui semplici o matricinati di roverella con elementi sparsi di sughera Ceduo matricinato di castagno con elementi di sughera
Fustaia: Fustaia con piante sparse di sughera Fustaia di castagno con elementi di sughera Fustaia di leccio con elementi sparsi di sughera
Impianti artificiali di eucaliptus su macchia foresta con elementi sparsi di sughera
Pascolo: Pascolo arborato con olivastro e sughera Pascolo arborato con sughera
Pineta con rinnovazione di sughera
Sughera: Sughereta a piante sparse Sughereta naturale o artificiale improduttiva con conifere e altre specie forestali Sughereta a gruppi decespugliata coetanea tendente alla stramaturità Sughereta a gruppi cespugliata, coetanea, tendente alla stramaturità Sughereta a piante sparse coetanea cespugliatra Sughereta a piante sparse coetanea decespugliata Sughereta cespugliata con copertura 25/40% tendenzialmente disetanea Sughereta cespugliata con elementi di olivastro Sughereta coetanea cespugliata con elementi di castagno Sughereta coetanea con carrubo e leccio Sughereta coetanea con elementi di leccio Sughereta coetanea decespugliata con elementi di leccio Sughereta coetanea, cespugliata, con elementi di roverella Sughereta coetanea, decespugliata, con elementi di roverella Sughereta con 25-40% di copertura disetanea Sughereta con copertura oltre il 40% disetanea cespugliata con elementi di roverella Sughereta con copertura oltre il 40% cespugliata disetanea con elementi di leccio Sughereta con oltre il 40% di copertura tendenzialmente disetanea decespugliata Sughereta decespugliata con elementi di coccifera Sughereta decespugliata con elementi di olivastro Sughereta disetanea con copertura del 25/30% mista a leccio e roverella Sughereta disetanea con copertura del 30% mista a leccio e roverella Sughereta disetanea semicespugliata mista a olivastro ed esemplari sparsi di leccio Sughereta mista con conifere artificiali o naturali, talvolta con leccio ed olivastro Sughereta naturale mista a conifere con leccio ed olivastro Sughereta naturale o artificiale improduttiva mista a pascolo nudo Sugherete pure con coperture oltre il 60% cespugliate con tendenza alla stramaturità
Suoli attualmente coperti da sughera
Zone cespugliate – bosco olivastro con elementi di sughera

TAVOLA 1) *L'articolazione della voce sughera nella legenda della Carta Forestale*

consolidato dei comprensori classici: Gallura, Goceano, Altopiano di Buddusò-Pattada, Sulcis, media valle del Tirso. A questo proposito è interessante richiamare il fatto che questo censimento è stato preso in considerazione in un lavoro di un ricercatore dell'Università di Sassari (Dettori et Alii, 2001), all'interno di un progetto di sistema informativo geografico di cui vengono riprodotti alcuni output, come tavole nel testo. Più che il risultato in se stesso, che non appare degno di particolare menzione, anche se non mancano spunti di riflessione interessanti, occorre tener conto dell'iniziativa, evidente segnale di una esigenza che inizia ad essere generalmente avvertita. Infine, per completare il quadro dell'informazione geografica relativa alla cartografia in qualche modo ufficiale e completa per l'Isola della vegetazione o delle foreste da cui poter ricavare informazioni in merito alla presenza della sughera, si possono citare le diverse riprese aerofotogrammetriche effettuate ormai in più occasioni da diversi Enti (I.G.M., Regione, ecc.) e da privati, tradizionali o digitali, e le riprese satellitari di cui, com'è noto esistono ormai diverse scene con ampie possibilità di interpretazione ed estrazione di informazioni relative anche alla copertura vegetazionale, facilmente reperibili sul mercato.

5. I presupposti della nuova cartografia del sughero

Nel quadro delineato, l'estrema aleatorietà della disponibilità della materia prima è resa particolarmente problematica dal rapporto che esiste, appunto, tra geografia e pianta. Tuttavia proprio questo rapporto, o meglio la possibilità di porre in relazione la geografia con le produzioni di sughero, favorisce, quantomeno, se non suggerisce, il ricorso a particolari conoscenze che riducano il più possibile tale aleatorietà per contribuire allo sviluppo delle imprese del settore. In questa ottica, grazie alla disponibilità della Carta Forestale della Sardegna, le imprese più avvantaggiate per motivi oggettivi, in primo luogo di carattere geografico, sono quelle sarde, in particolare quelle presenti nel distretto sughericolo gallurese.

Una serie di motivazioni, derivate direttamente dalle riflessioni geografiche e geografico-economiche appena evidenziate, giustificano tale ipotesi. Tra queste, in particolare, si possono richiamare le seguenti.

- Se opportunamente progettata e realizzata, una nuova carta del sughero di tipo propositivo potrebbe essere considerata alla stregua di un nuovo strumento da utilizzare vantaggiosamente nella competitività delle imprese e quindi come valido supporto dello sviluppo economico locale/territoriale.
- L'esigenza, da parte degli operatori, di pianificare la produzione dell'impresa in base alla effettiva disponibilità di materia prima in loco, consente di stabilire eventuali ricorsi ad approvvigionamenti presso i mercati esteri, oppure rinunciare a fette di mercato per insufficienza della produzione.
- L'attuale disponibilità di materia prima è considerata dalle imprese sarde

del settore assolutamente insufficiente ed è necessario aumentare la produzione anche attraverso l'aumento delle attuali superfici a sughera e la pianificazione del recupero di quelle degradate.

- È corretto, se non indispensabile, dal punto di vista della logica dei mercati, programmare nel tempo l'effettiva disponibilità del sughero in relazione, soprattutto, alla ciclicità della decortica ed all'età ottimale del sughero da prelevare per ottenere un prodotto di qualità, ovviamente evitando di arrecare nocumento alla pianta.
- È opportuno monitorare costantemente le eventuali, comunque possibili, crisi future della produzione a causa di danni alle sugherete in relazione a: incendi, attacchi fitopatologici, stress idrici, cause sociali.
- La sughera è una pianta che può trovare il suo habitat ideale nella montagna mediterranea, ed in quella sarda in particolare, a partire dalla bassa e media collina, ma anche da quote molto prossime al livello del mare fino ad altitudini comprese tra gli 800-900 metri, visto che nella competitività colturale cui verrebbe sottoposta in pianura sarebbe perdente rispetto ad altre colture a più alto profilo redditizio.
- Il regime di proprietà dei suoli da essa dominato è soprattutto di tipo privato, anche se il più svariato, con solo qualche raro esempio di tipo pubblico e comunale.
- È possibile la connivenza tra la sughera e altri utilizzi del suolo come il pascolo, di cui rappresenta un ottimo integratore di reddito, soprattutto nelle aree a prevalente utilizzo pastorale.
- La sughera preferisce determinate tipologie di ambienti (substrato litologico, clima, altitudine, esposizione ai versanti, ecc.) che attualmente sembrano vincolarne o limitarne la distribuzione per "comprensori", caratterizzati da marcati fattori di tipo geografico che possono considerarsi in generale determinanti anche se non totalmente escludenti.
- Nelle nuove politiche di rimboschimento o di ricostituzione del manto boschivo, la sughera può essere riconsiderata opportunamente in quanto appare tuttora come un elemento cardine negli interventi di difesa del suolo, vista anche l'incidenza sociale che l'occupazione da essa generata svolge nelle zone a forte difficoltà di sviluppo come le aree interne e a prevalente economia rurale o pastorale della Sardegna.
- La normativa regionale del settore, che si sostanzia come richiamato nella legge n. 4 del 9 febbraio 1994 "Disciplina e provvidenze a favore della sughericoltura e modifiche alla legge regionale 9 giugno 1989 n. 37, concernente *Discipline e provvidenze a favore della sughericoltura e dell'industria sughericola",* prevede esplicitamente, all'art. 5 l'"Aggiornamento del programma pluriennale e della carta sughericola", anche se poi ne chiarisce i contenuti, le competenze e le modalità realizzative, restando nella generica assegnazione agli ispettori forestali del compito di comunicare i dati relativi tramite la loro attività.

- La "realizzazione della carta della distribuzione della quercia da sughero e dell'Inventario Sughericolo Nazionale e delle aree a vocazione sughericola" è una delle azioni previste all'interno del Piano Sughericolo Nazionale, nelle linee di intervento relative a "Ricerca e innovazione" per la promozione strategica dello sviluppo del settore.

Tutti questi elementi, a parere di chi scrive, sono oltremodo sufficienti per motivare dal punto di vista strategico ed operativo, oltreché politico, la realizzazione di una nuova carta del sughero, pensata anche come aggiornamento, relativamente al tema specifico, della Carta Forestale della Sardegna. Essa deve però essere dotata dei requisiti necessari affinché, oltre che uno strumento di conoscenza di una situazione ad un dato momento storico relativo alla distribuzione della sughera, vista complessivamente nelle sue associazioni più complesse e/o variegate fino a comprendere le singole piante, possa considerarsi un elemento propositivo, da utilizzare anche nella competizione alle imprese del settore. Per questo, come già accennato, la nuova carta deve riuscire a trasformare una mera rappresentazione di fatti e fenomeni geografici in elementi di competitività strategica per le imprese in modo che esse possano affrontare il futuro della produzione e pianificare la loro presenza o incidenza sui mercati. Si tenga anche conto del momento attuale particolarmente favorevole, visto il recente e sempre più crescente successo del vino che appare ormai in maniera indiscussa come il fatto economico fondato sulla cultura e sull'ambiente, nonostante il supporto tecnologico, più rilevante di questi ultimi anni, cui si collega direttamente quello del sughero che fornisce un contributo essenziale nell'ultima fase della produzione. La riscoperta del turacciolo di qualità, ossia il tappo rappresentato da un unico pezzo di sughero di lunghezza e qualità adeguata, sono infatti visti come elemento fondamentale nel processo di affinamento che esalta le caratteristiche organolettiche del prodotto e favorisce il successo di mercato.

6. La nuova carta del sughero

Fra tutti i documenti cartografici esaminati sul tema sughero, l'unico che presenti le caratteristiche idonee per poter essere utilizzato in maniera "propositiva", nell'ottica espressa all'interno del presente lavoro, è quindi la Carta Forestale della Sardegna, per quanto ormai caratterizzata da informazioni datate e pertanto da aggiornare. A questo proposito, l'aver trasferito le informazioni dall'originale documento cartaceo su supporto informatico consente un più facile e moderno utilizzo e, in particolare, fornisce dei validi presupposti per raggiungere l'obiettivo prefissato, cioè di una carta al servizio delle imprese e strumento di competizione. Occorre però aggiornare l'informazione ed attualizzarla alle esigenze operative delle imprese e degli imprenditori sughericoli, oltre che, naturalmente, dotarla di quei criteri di conoscenza scientifica e di altri livelli informativi necessari per i fini istituzionali della Stazione Sperimentale del Su-

ghero, visto che a questo stesso Ente spetterebbe redigerla. Proprio in questo periodo, la stessa Stazione ha redatto un piano di sviluppo socio-economico coordinato per il rilancio del settore sughericolo e per la valorizzazione complessiva della sughera che contempla, tra le azioni proposte, l'aggiornamento della Carta Forestale, base per la realizzazione del sistema informativo geografico del sughero (S.S.S., *Piano Sughericolo Regionale*, a cura di B. GIANNOTTU, M. MARIANI, G. SCANU, 2003). Affinché la nuova carta del sughero possa essere accessibile direttamente alle imprese, è necessario sensibilizzare il suo utilizzo come elemento che può favorire le stesse in quanto consente di acquisire quella conoscenza sulla distribuzione geografica della risorsa indispensabile alla produzione. Si può così creare un rafforzamento tra impresa e assistenza allo sviluppo derivandone una diretta sinergia da impiegare, in primo luogo, nella tenuta costante dell'aggiornamento della carta, da effettuarsi in tempi reali. La base di partenza della nuova Carta del sughero è quindi la versione informatizzata della già esistente Carta Forestale: in primo luogo è necessario determinare come effettuare l'aggiornamento, oltre che il tipo e tempo di realizzazione. Non possono, a questo proposito, anche perché tutto sommato in linea con le esigenze delle imprese, non considerarsi i riferimenti normativi attuali e quanto previsto dal Piano Sughericolo Nazionale a proposito del "Catasto sughericolo". Sotto il profilo legislativo, occorre riferirsi agli artt. 9 e 10 della citata legge regionale di settore, la n. 4 del '94, che definiscono le sugherete e le classi composizionali con cui la sughera si ritrova all'interno dei soprassuoli per pianificare la stesura della legenda e la tipologia di rilevamento. In merito a come effettuare l'aggiornamento e al tempo di esecuzione dello stesso, con l'irrinunciabile presupposto di velocizzare al massimo le operazioni tanto da ottenere un documento corretto e valido nel giro di 12-18 mesi, non può non prevedersi il ricorso al telerilevamento, ovviamente da aereo viste le esigenze di un certo dettaglio nella discriminazione delle essenze e della tipologia di copertura vegetazionale, riservando quello satellitare, da sensori ad alta definizione, come la piattaforma Ykonos, ad eventuali aggiornamenti o monitoraggi rapidi, ad esempio per quanto concerne gli incendi o particolari fitopatologie.

La scelta del tipo di fotocopertura da utilizzare ricade sulla ortofoto digitale nota come volo "It 2000", una ripresa a colori alla scala media 1:10.000 circa eseguita nella primavera-estate del 2000, interamente digitale, già acquisita dalla Stazione Sperimentale del Sughero, che consente, grazie anche alla possibilità di ingrandimento che può sopportare il fotogramma, di sopperire sia alle esigenze della Stazione sia di soddisfare quelle connesse con la realizzazione della nuova carta, interfacciandosi direttamente con la precedente Carta Forestale all'interno di una gestione pianificata delle informazioni in modo informatico.

Al lavoro di fotolettura effettuata da operatori appositi, magari integrati da sistemi semi-automatici qualora si riuscisse a riconoscere la firma spettrale della pianta nelle foto, deve ovviamente esse-

re accompagnata una verifica diretta (pure per aree campione) base per un testaggio funzionale della fotointerpretazione. Grazie alla versione digitale ed alla interfaccia che le foto consentono con G.I.S. dedicati, diviene immediato il passaggio dall'informazione rilevata alla catalogazione sul livello informativo che andrà a costituire la nuova carta del sughero, tematizzata su una base geografica in scala almeno al 10.000, come la C.T.R., ormai completa per tutta l'Isola ed in formato anch'essa numerico, ma contemplando anche la possibilità di visioni transcalari: o a scala maggiore, fino al limite consentito dall'ingrandimento sostenibile dell'immagine, comunque non oltre la scala del catasto rurale, o a quelle di sintesi, corografiche od operative per sub-ambiti o "comprensori". La tipologia di legenda da adottare, sulla base dei contenuti degli artt. 9 e 10 della L.R. n. 4 del '94 e di quanto detto sopra può essere la seguente:

a) sugherete pure con copertura superiore al 40%;
b) sugherete pure con copertura compresa tra il 20 ed il 40%;
c) sugherete miste nelle quali la quercia da sughero rappresenti più del 50% della consociazione e copertura superiore al 40%;
d) sugherete miste nelle quali la quercia da sughero rappresenti almeno il 20% della consociazione e copertura compresa tra il 20 ed il 40%;
e) sugherete a gruppi;
f) soprassuoli degradati (fuoco, pascolo, ecc.) presenza di ceppaie di quercia da sughero da raggruppare in classi di consistenza;
g) soprassuoli forestali (naturali o artificiali) dove siano presenti semenzali o giovani soggetti di quercia da sughero eventualmente da raggruppare in classi come al punto f);
h) pascoli con arborati a quercia da sughero;
i) pascoli arborati misti.

7. Il G.I.S. del sughero alla base della "operatività" strategica della carta

Una volta realizzata questa carta, la successiva fase di lavoro, fondamentale per ottenere un documento qualificato da destinare a servizio delle imprese, consiste nel valorizzare le informazioni sul tema sughero legandole alle esigenze specifiche degli operatori del settore. È intanto evidente che il primo passaggio è quello di attivare un *forum* coinvolgendo direttamente le imprese, quantomeno quelle del distretto del sughero, con le strutture e i soggetti che hanno dato luogo al distretto stesso, onde mettere a fuoco i problemi, rilevare le esigenze, definire le richieste, valutare le opportunità, predisporre il progetto di fattibilità e stabilire le relative modalità di realizzazione con i relativi costi.

È da registrare un vantaggio indubbio, a questo proposito, ovvero il fatto che la ideazione e la realizzazione del progetto possano essere curate direttamente dalla Stazione Sperimentale del Sughero in quanto ente creato appositamente per favorire lo sviluppo del settore, rendendo il tutto molto più semplice ed operativo. Partendo da una appro-

priata analisi di tipo economico e di mercato, occorre quindi prioritariamente conoscere il mondo del sughero per capire le esigenze delle aziende e valutare i mercati da cui evincere le dinamiche, le offerte e, soprattutto, le possibilità di approvvigionamento della materia prima, visto che la sua disponibilità direttamente in loco, evitando il ricorso a forniture esogene, nazionali o straniere, è l'elemento cardine dello sviluppo. Considerando la tipologia della risorsa, la ciclicità della sua riproduzione, la frammentazione della proprietà, l'ubicazione geografica delle stesse in relazione alla localizzazione delle imprese, la variabilità quantitativa e qualitativa della produzione, a parità di altre condizioni di base ma anche in funzione degli *stress*, antropici e/o naturali, i centri di estrazione e di trasporto, è evidente che essa necessita innanzi tutto di legare le informazioni sulla carta a quelle catastali per risalire direttamente alla proprietà, alle superfici e alle singole piante. Grazie all'integrazione con rilevamenti sul posto e a dati acquisibili presso i diretti interessati, si può stabilire l'andamento delle decortiche e la resa media unitaria di sughero (albero e/o ettaro) compresa quella delle piante che stanno per entrare in produzione o quelle degli alberi carenti in quanto non più accessibili a causa del sottobosco, ovvero per mancata coltivazione, ecc. Si può così definire una sorta di articolata banca di dati a cui le imprese possono accedere e da cui possono valutare le loro strategie per approvvigionarsi di sughero e/o programmare la fornitura negli anni qualora, ad esempio, decidano di riferirsi a determinati ambiti geografici o determinati proprietari.

La carta prima definita, o meglio la base geografica cui è riferito il tema sughero, può ancora essere implementata con ulteriori livelli informativi recanti notizie e dati sulla possibilità di reimpianto della sughera, valutando ed aggiornando quelli riferiti ai suoi parametri ecologici, cioè individuando le aree dove essa può facilmente essere reimpiantata e coltivata e legare questi dati al contesto geografico di riferimento. Certo, occorrerà tenere conto anche delle politiche forestali di rimboschimento e delle attività sul territorio in merito alla ricostituzione dei paesaggi naturali o alle tematiche di difesa dell'ambiente in genere. Si tratta di banche di dati specifiche che dovranno dialogare tra loro e interfacciarsi con il tema della sughera esplicitato nelle cartografie. Si va incontro così alla costituzione del G.I.S. del sughero, ossia a quella carta implementata dalle ulteriori potenzialità di cui si è detto in premessa, di sicuro ausilio alle imprese del settore purché consenta la ricerca e il reperimento delle informazioni da trasformare in vantaggi competitivi, grazie alla pianificazione della strategia aziendale e di mercato consentita dalla disponibilità di uno strumento che va ben oltre il semplice documento cartografico, ma che fonda la sua essenza sulla relazione territorio-sughera.

La *carta del sughero* diviene così il *G.I.S. del sughero* che presenta anche il vantaggio, non solo per le imprese, di essere gestito in maniera informatica e di essere consultato anche su internet, ovviamente con vari livelli di informazione

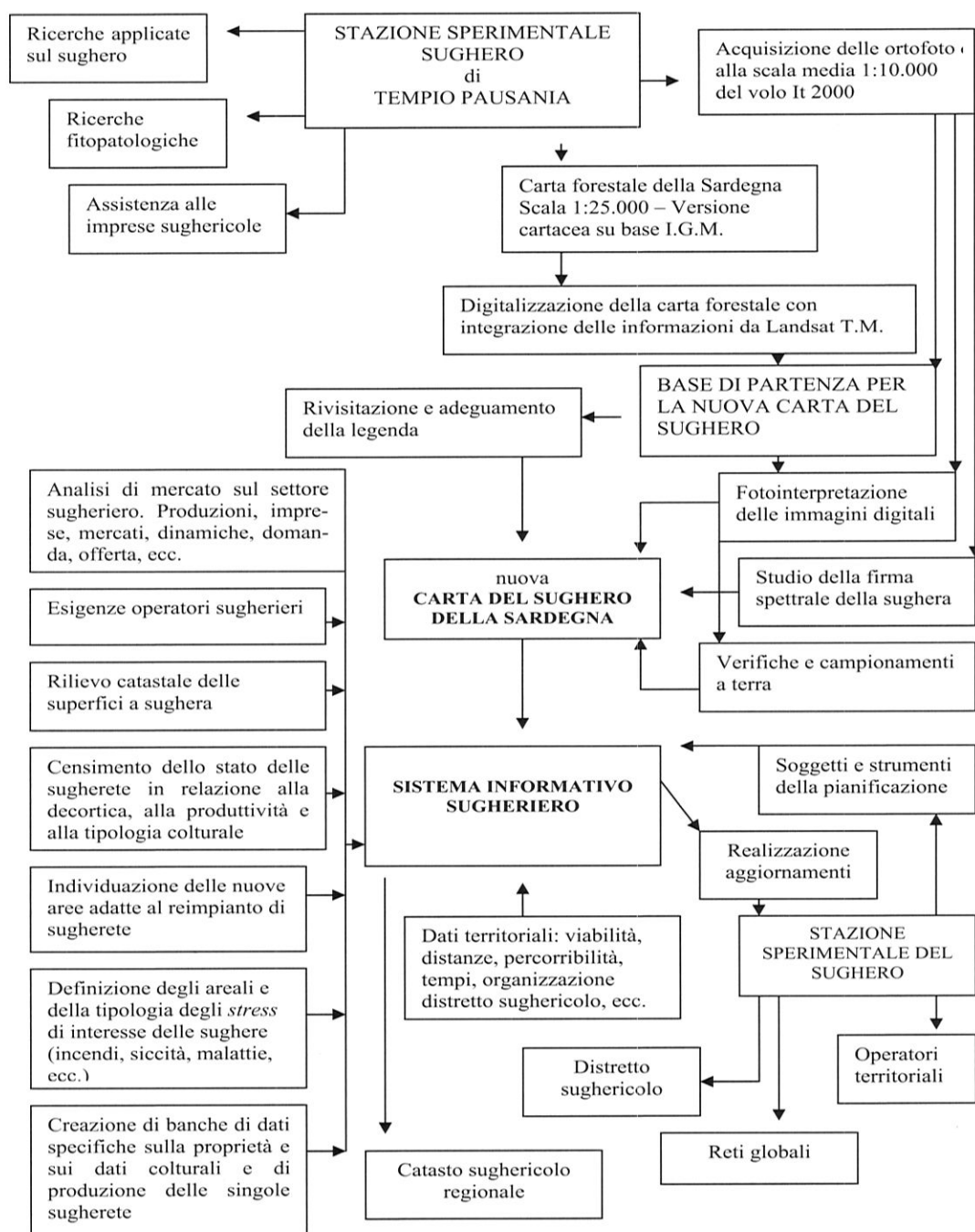



TAVOLA 2) *Schema di realizzazione del G.I.S. del sughero.*

in relazione ai fruitori con notizie criptate quando si tratta di dati di un certo interesse. Un web-G.I.S. è anche il modo migliore per assicurare alle aziende la possibilità di cogliere gli aggiornamenti delle informazioni, partecipando esse stesse, attraverso i *forum* che potranno poi istituirsi, all'attività di manutenzione/aggiornamento, sotto la ovvia regia della Stazione Sperimentale del Sughero. Uno schema, a titolo puramente esemplificativo, della possibilità di realizzazione del G.I.S. è riportato nella tavola 2 (da S.S.S., 2003).

Bibliografia

AA.VV., "HOMO FABER", Annuario dell'Associazione degli industriali della Provincia di Sassari, aa.vv.

AA.VV., *L'industria italiana del sughero,* Roma, 1969.

AGOSTINI A., *Le querce nei boschi italiani,* Tip. delle Terme, Roma, 1933.

ARRIGONI P.V., *Fitoclimatologia della Sardegna,* Webbia, 23, 1968.

ASS. INDUSTRIALI DELLA PROVINCIA DI SASSARI, *I distretti industriali del Nord Sardegna,* Sassari, 1996.

BARNESCHI L., *I problemi della sughericoltura sard,.* Atti I Conv. Naz. Sughero, Tempio, 1975, pp. 171-263.

ID., *Aspetti forestali della vegetazione in Sardegna. Produttività integrante e approcci metodologici,.* "L'importanza della vegetazione boschiva in Sardegna", Sassari, 1977, pp. 51-61.

ID., *Modelli forestali della selvicoltura mediterranea,* "La forestazione in Sardegna", Bollettino degli interessi sardi, Quaderno n. 14, Sassari, 1984, pp. 73-87.

BASSI V., *La coltura delle querce da sughero in Sardegna e i suoi rapporti con la bonifica integrale*, Sassari, 1934.

BECATTINI G., *Dal distretto industriale allo sviluppo locale,* Bollati Boringhieri, Torino, 2000.

ID., *Distretti industriali e made in Italy,* Bollati Boringhieri, Torino, 1998.

BECCU E., *Il censimento delle superfici forestali dell'isola e il ruolo del Corpo forestale nella politica forestale regionale*, Atti del secondo congresso nazionale di selvicoltura, Nuoro, 1998, pp. 17-27.

BECCU E., *Tra cronaca e storia le vicende del patrimonio boschivo della Sardegna,* C. Delfino Ed., Sassari, 2000.

BELLANDI M., RUSSO M., *Distretti industriali e cambiamento economico locale,* Rosemberg & Sellier, Torino, 1994.

CAMARDA I., VALSECCHI F., *Alberi e arbusti spontanei della Sardegna,.* Gallizzi Sassari, 1985.

DE FILIPPIS A., *La sughera* (Quercus suber) *ed il Leccio* (Q.ilex) *nella vegetazione arborea mediterranea,* Bulletin de la Silva Mediterranea, X Ann., Déc. 1936.

ID., *Classificazione e indici del clima in rapporto alla vegetazione forestale italiana.* Pubbl. Stazione Sper. di Selvicoltura, Firenze, 1937.

DELBONO C., *Il distretto industriale del Sughero,* Ed. Banco di Sardegna, Sassari, 1993.

ID, *Il distretto industriale del sughero in Gallura,* "Quaderni di analisi del Banco di Sardegna", 2, 1993.

DELOGU G., *Problemi e prospettive della sughericoltura in Sardegna,* Atti 2° Congresso Naz. di Selvicoltura, 2, 2000, pp. 273-290.

DETTORI S., FILIGHEDDU M.R., GUTIERREZ M., *La coltivazione della quercia da sughero,* T.A.S., Sassari, 2001.

DETTORI S., FALQUI A., FILIGHEDDU M.R., *Esperienze di recupero di sugherete percorse dal fuoco,* Atti 2^ Int. Symp. On Cork, Pavia, 1996, pp. 129-132.

FALCHI M., *Impianto, coltura, utilizzazione e difesa delle sugherete,* R.A.S., Cagliari, 1961.

FLORES V., *Coltivazione della sughera*, F.lli Ottavi, Casale Monferrato, 1929.
I.C.E., *Il settore del sughero in Portogallo,* Lisbona, 1991.
ISTAT, *Annuario di Statistica Forestale 1994,* Roma, 1995.
LE LANNOU M., *Pâtres et paysan de la Sardaigne,* Arnault, Tours, Paris, 1941, trad. It. *Pastori e contadini di Sardegna* (a cura di M.BRIGAGLIA), seconda edizione, Della Torre, Cagliari, 1979.
MILELLA A., DETTORI S., NUDDA G., PODDIGHE D., *Differenti modalità di riproduzione e impianto della quercia da sughero,* Cell. e Carta, 38, 6, 1987.
MILIZIA NAZIONALE FORESTALE, *Carta Forestale della Sardegna,* Roma, 1938.
MINISTERO DELL'AGRICOLTURA E FORESTE, *Carta della Montagna,* vol. II, A.G.E., San Lorenzo in Campo, 1976.
MINISTERO DELLE POLITICHE AGRICOLE E FORESTALI, *Piano sughericolo nazionale*, Roma, 2001.
MORI ALB., *Memoria illustrativa della carta della utilizzazione del suolo della Sardegna,*C.N.R., Roma, 1972.
PASSINO F., *La bonifica integrale in Sardegna*, estr. Atti del XII Convegno Geografico Italiano,Cagliari, 1935.
PAVARI A., *Sulle condizioni di vegetazione della sughera,* Atti del Convegno Nazionale del Sughero, Sassari, 1934, pp. 3-30.
RUJU S., *Il peso del sughero,* Stampacolor, Muros, 2002.
SANFILIPPO E., VENNELLI S., *Indagine sui risultati tecnici economici e sociali dei rimboschimenti in Sardegna,* R.A.S., 1993.
SANNA A., *La sughera in Sardegna, dalla preistoria ai nostri giorni. Primo manuale italiano sulla coltivazione e sfruttamento della sughera,* L.I.S., Sassari, 1946.
SAUVAGE C.H., *Recherches géobotaniques sur les suberaies marocaines,* Serie botanique, 21, TSC, Rabat, 1961.
STAZIONE SPERIMENTALE DEL SUGHERO, *Carta Forestale della Sardegna,* De Agostini, Novara, 1988.
ID., *Piano sughericolo regionale* (a cura di GIANNOTTU B., MARIANI M., SCANU G.), 2003.
TOLA A., MANCA G., *L'economia del sughero e le tecnologie innovative nei sistemi di produzione,* Collana economica n° 4, Scuola Sarda Editrice, Cagliari, 1999.
TOLA A., MANCA G., SOTGIU G., *Innovazione tecnologica e relazioni fra imprese nel Distretto del Sughero in Gallura,* Collana economica n. 5, Scuola Sarda Editrice, Cagliari, 2000.
ZHOU Z.K., *Origin, phylogenyc and dispersal of* Quercus *from China.* Acta Bot. Yunnanica, 14, 1992; pp. 227-236,

UN ESEMPIO DI CARTA DI RISCHIO VALANGHIVO PER LA PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO

M. Ciolli, A. Vitti, P. Zatelli (*)
(*) Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale - Università degli Studi di Trento (Italy)

Introduzione

In una provincia a carattere alpino, quale quella del Trentino, il fenomeno delle valanghe rappresenta un problema che coinvolge buona parte del territorio.

Nel periodo invernale e soprattutto in quello primaverile canaloni e versanti vallivi vengono frequentemente investiti da eventi valanghivi. Seppur in misura minore, anche centri abitati, infrastrutture turistiche e reti di comunicazione risultano essere elementi sensibili da questo punto di vista. Nell'ottica di una gestione efficace e sostenibile del patrimonio ambientale e paesaggistico la cartografia gioca un ruolo importante ed essenziale quale strumento di rappresentazione e di progetto del territorio che si integra nei processi decisionali e di pianificazione. La Provincia Autonoma di Trento ha redatto in questo senso la Carta di Localizzazione Probabile delle Valanghe (CLPV) sulla quale sono riportati i limiti delle aree che, nel passato, sono state interessate da valanghe. Le informazioni contenute rappresentano una sintesi degli eventi valanghivi verificatesi alla data della sua redazione e non consente alcuna prospezione dei limiti che le valanghe potrebbero raggiungere.

Il presente lavoro è stato sviluppato utilizzando il Sistema Informativo Territoriale GRASS (Geographic Resources Analysis Support System) per l'implementazione di una procedura completamente automatica atta all'individuazione delle zone forestali con caratteristiche morfologiche tali da permettere l'innesco del fenomeno valanghivo. La mappa prodotta troverebbe naturale impiego come strumento integrativo dell'attuale CLPV nell'analisi e nella gestione del rischio valanghivo. A differenza della CLPV, che riporta esclusivamente la casistica storica, il modello implementato mira all'identificazione spaziale della potenzialità valanghiva del territorio della Provincia di Trento.

La descrizione analitica di una valanga rappresenta oggi un campo di ricerca vasto e molto complesso. I parametri da cui il fenomeno dipende sono numerosi proprio perché il fenomeno stesso presenta una spiccata variabilità spaziale e temporale nonché una forte dipendenza dalle caratteristiche dell'ambiente in cui si sviluppa. La dinamica della massa nevosa dipende, ad esempio, dalle caratteristiche della neve, dall'azione del vento, dalla successione degli eventi meteorici che

l'hanno preceduta e dalle caratteristiche del territorio su cui si evolve. Alcuni di questi fattori presentano una elevata variabilità temporale che si manifesta sensibilmente anche nell'arco di una sola stagione. Altri, come l'azione antropica sul manto nevoso, risultano difficilmente prevedibili e modellabili. Nel presente lavoro si è fatto riferimento esclusivamente a quei parametri che si possono ritenere a comportamento costante almeno all'interno di un ciclo stagionale. Non sono stati introdotti nel modello altri fattori per evitare di introdurre elementi difficilmente modellizzabili o poco significativi, mantenendo, altresì, alto il livello di semplicità della procedura di analisi. La morfologia del terreno e la copertura vegetale rappresentano in questo senso i fattori più importanti volendo realizzare una carta del rischio potenziale che sia di veloce e semplice utilizzo nella pianificazione.

Facendo quindi riferimento esclusivamente alle principali cause che concorrono alla formazione delle valanghe e alle caratteristiche dei meccanismi di distacco si sono implementati, all'interno del SIT GRASS, alcuni algoritmi per caratterizzare il rischio valanghivo del territorio in funzione della conformazione morfologica e della copertura vegetale. Successivamente si è approfondita l'analisi studiando la caratterizzazione e la diversificazione del fenomeno valanghivo da un punto di vista altimetrico.

Dati

La base cartografica a partire dalla quale è stata prodotta la carta di rischio valanghivo si compone di:

- Carta di Localizzazione Probabile delle Valanghe, in formato vettoriale, a scala nominale 1:25000;
- Modello Digitale del Terreno (DTM), in formato aster, con una risoluzione di 10 x 10 metri;
- Particellare Forestale e Piani si Assestamento costituito, da una carta in formato vettoriale a scala nominale 1:10000 associata ad un DataBase relativo alla copertura vegetale.

Come accennato la CLPV riporta le informazioni relative ad eventi valanghivi rilevati in sito, fotointerpretati ed eventi di cui si ha testimonianza storica. I limiti riportati sulla carta comprendono la zona di distacco, di scorrimento e quella di accumulo, nessuna indicazione viene data riguardo alla loro estensione relativa. Per quanto riguarda le informazioni contenute nel Piano di Assestamento si è scelto di utilizzare esclusivamente quelle relative alla tipologia e alla densità della vegetazione. Attraverso queste informazioni si sono individuate sette classi di vegetazione con differente azione protettiva nei confronti degli eventi valanghivi.

Metodo

I criteri adottati per lo sviluppo del modello, con riferimento anche ad uno studio (Berger F. 1995) realizzato sulle Alpi Francesi dalla Divisione di protezione contro l'erosione del CEMAGREF di Grenoble, sono stati individuati in:

a. aree con pendenza compresa tra i

28° e i 55° (mappa delle pendenze critiche) ed estensione minima di 900m2 (mappa delle superfici minime);

b. aree che presentano a monte una variazione di pendenza di almeno 10° (mappa delle superfici di rottura);

c. suddivisione della copertura del suolo in sette classi a diversa azione protettiva.

Sulla base del Modello Digitale del Terreno si sono estratte le mappe della pendenza e dell'esposizione per la porzione di territorio con quota superiore ai 1000 m, essendo le quote inferiori non di interesse per l'analisi (*Figura 1*). Dalla mappa delle pendenze si sono estratte le aree con valori compresi nell'intervallo specificato (mappa delle pendenze critiche), quindi si sono prodotte la mappa delle superfici minime e quella delle superfici di rottura. La sovrapposizione di queste ultime due mappe permette di identificare le zone che presentano caratteristiche morfologiche compatibili con l'innesco di fenomeni valanghivi. Utilizzando le informazioni relative ai valori di esposizione si sono individuate e differenziate, sulla carta del rischio morfologico, le zone a prevalente esposizione nord e quelle a prevalente esposizione sud. Per quanto riguarda la copertura vegetale le classi individuate sono:

1. fustaia a media densità (25-75\% della sup.);

2. fustaia ad alta densità (75-100\% della sup.);

3. fustaia a bassa densità (0-25\% della sup.);

4. ceduo;

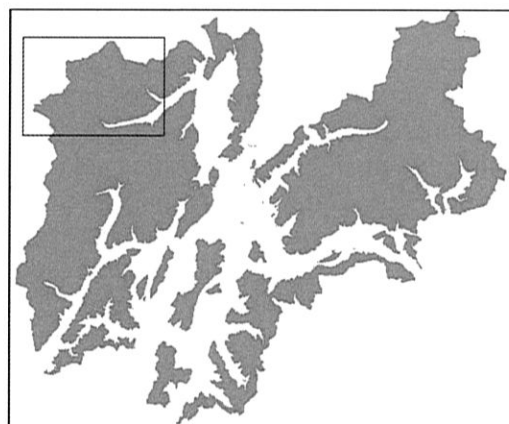



Figura 1) *Provincia Autonoma di Trento, superficie a quota superiore ai 1000 m.s.l.m., nel riquadro la zona della Val di Pejo.*

5. pascolo;

6. improduttivo;

7. assenza di vegetazione;

riportate con funzione protettiva decrescente nei confronti del rischio valanghivo.

Elaborazioni e risultati

La carta del rischio morfologico rappresenta le aree potenzialmente soggette a rischio valanghivo, indipendentemente dal tipo di copertura forestale presente al suolo. Il primo riscontro necessario alla valutazione della significatività delle informazioni presenti sulla carta del rischio morfologico consiste nella verifica dei criteri utilizzati per la sua realizzazione. La sovrapposizione della carta del rischio morfologico e della CLPV permette di verificare la congruenza tra le aree individuate nell'analisi morfologica con quelle fino ad ora interessate realmente dalle valanghe.

Maggiori informazioni si ottengono utilizzando anche le informazioni di esposizione sovrapponendo le carte del rischio morfologico con esposizione nord e sud alla CLPV. Il risultato è riportato in *Figura 2*. La zona rappresentata costituisce la parte nord-occidentale della Provincia di Trento. Dalla sovrapposizione delle carte è possibile notare come la maggior parte delle zone a rischio morfologico sovrapposte a zone di valanga nella CLPV risultino mediamente esposte a nord.

Risulta evidente inoltre come le zone a rischio morfologico ricoprano una superficie di territorio maggiore rispetto a quelle presenti in CLPV (*Figura 3*). Le motivazioni di questa differenza sono molteplici, anche se l'azione protettiva della vegetazione ne rappresenta l'elemento più rilevante. Sovrapponendo successivamente anche le diverse classi di vegetazione è possibile verificare come la maggior parte delle zone a rischio morfologico non comprese nella CLPV risultino coperte da vegetazione. Sovrapponendo il tematismo della vegetazione una classe alla volta è possibile notare come le classi a più elevata funzione protettrice riducano in modo significativo le differenze tra le due carte. Nel sovrapporre la carta della copertura del suolo non si sono utilizzate le zone prive di vegetazione. In questo modo risulta evidente, come illustrato in *Figura 4*, come la maggior parte delle zone a rischio morfologico sovrapposte a zone di valanga nella CLPV non siano vegetate e come le stesse aree nella CLPV siano in minima parte ricoperte da vegetazione (*Figura 5*). In particolare,

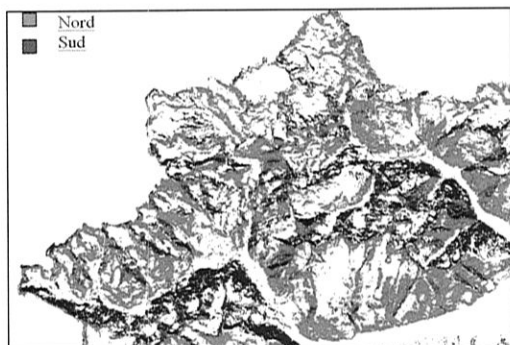



Figura 2) *Zona della Val di Pejo, superficie a rischio morfologico, con esposizione nord e sud.*

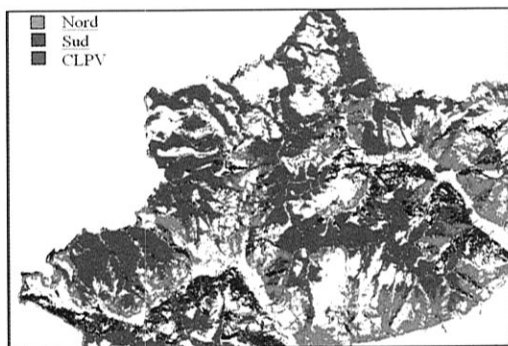



Figura 3) *Zona della Val di Pejo, superficie a rischio morfologico e superficie appartenente alla CLPV.*

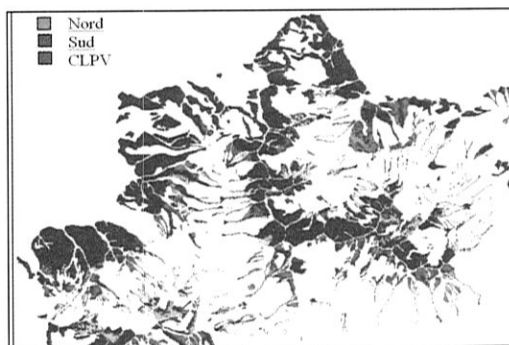



Figura 4) *Zona della Val di Pejo, superficie a rischio morfologico e superficie appartenente alla CLPV, le superfici non coperte da vegetazione sono state rimosse.*

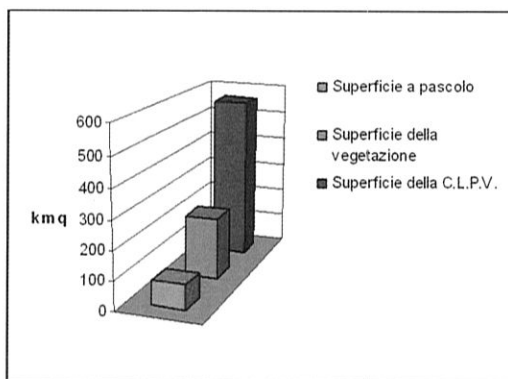



Figura 5) *Superficie interessata dalla CLPV, superficie in CLPV coperta da vegetazione e superficie a pascolo.*

le classi predominanti all'interno della CLPV risultano essere il pascolo e l'improduttivo. La presenza della vegetazione costituisce in modo evidente un fattore essenziale alla protezione dei versanti, mantenendo in condizioni di sicurezza buona parte delle aree a rischio morfologico. Nelle *Tabelle 3* e *4* si sono riportati i valori delle superfici nella Provincia di Trento interessate da rischio morfologico e i valori relativi alla suddivisione della superficie provinciale in classi di vegetazione.

Pur avendo integrato la carta della vegetazione a quella del rischio morfologico non si ottiene una corrispondenza esatta tra le aree riportate sulla CLPV e quelle identificate a valle della procedura di analisi. Le incongruenze presenti, e in particolare la presenza all'interno della CLPV di zone vegetate, sono da ricondurre essenzialmente ai seguenti fattori:

- l'inserimento nella CLPV, oltre alle zone di distacco, anche quelle di scorrimento e di arresto;
- la rappresentazione, all'interno della CLPV, di zone interessate in passato da un unico evento e che quindi possono essere state oggetto di processi di riforestazione.

In generale, risulta ragionevole considerare le zone di arresto e la parte terminale di quelle di scorrimento come quelle vegetate. Le zone di distacco saranno caratterizzate dall'assenza di vegetazione e le rimanenti parti delle zone di scorrimento ricoperte, in prevalenza, da pascolo e improduttivo, essendo quest'ultime in grado di esercitare una limitata resistenza al movimento della massa nevosa. Dall'analisi comparativa delle carte tematiche elaborate si nota la buona corrispondenza tra le zone di distacco individuate dai bordi superiori delle valanghe riportate sulla CLPV e le superfici di rottura identificate applicando i criteri del modello. La presenza di scostamenti tra i bordi delle valanghe realmente verificatesi e le aree di distacco e partenza individuate è altresì riconducibile alle diverse scale adottate nei due lavori a confronto. Infatti, mentre l'analisi morfologica si basa su un DTM derivante dalla Carta Tecnica Regionale redatta in scala 1:10000, gli ingombri massimi delle valanghe sono stati riportati in scala 1:25000.

Per evidenziare in modo più efficace e sintetico l'influenza della copertura forestale sul fenomeno valanghivo si è scelto di descrivere la vegetazione attraverso tre sole classi. Con riferimento alla sola Val di Pejo, nel Trentino nord-occidentale, si sono individuate:

Trentino	6264.5
Trentino altre i 1000 m.	4410.2
CLPV	560.4
Rischio morfologico	1711.4
Rischio morfologico a nord	913.9
Rischio morfologico a sud	797.5
Rischio morfologico nella CLPV	297.2
Rischio morfologico a nord nella CLPV	165.3
Rischio morfologico a sud nella CLPV	131.9
Sup. rischio morfologico	27.3\% sup. Trentino
Sup. CLPV	8.9\% sup. Trentino
Sup. rischio morfologico	53.2\% sup. CLPV
Sup. vegetata	38.3\% sup. CLPV
Sup. vegetata a pascolo	15.3\% sup. CLPV
Sup. vegetata esterna CLPV	74.4\% sup. rischio morfologico

Tabella 1 Superficie del Trentino interessata da rischio morfologico, [km^2].

Fustaia a media densità	666.3
Fustaia a media densità a nord	342.1
Fustaia a media densità a sud	324.2
Fustaia a media densità nella CLPV	50.4
Fustaia a bassa densità	55.6
Fustaia a bassa densità a nord	27.0
Fustaia a bassa densità a sud	28.6
Fustaia a bassa densità nella CLPV	10.0
Fustaia ad alta densità	113.0
Fustaia ad alta densità a nord	46.1
Fustaia ad alta densità a sud	66.9
Fustaia ad alta densità nella CLPV	3.1
Ceduo	145.5
Ceduo a nord	86.1
Ceduo a sud	59.4
Ceduo nella CLPV	9.7
Pascolo	320.3
Pascolo a nord	192.7
Pascolo a sud	127.6
Pascolo nella CLPV	85.9
Improduttivo	187.4
Improduttivo a nord	96.5
Improduttivo a sud	90.9
Improduttivo nella CLPV	55.3

Tabella 2 Classi di vegetazione e rispettive superfici, [km^2].

	fustaia densità media-alta	fustaia densità bassa + ceduo	pascolo
S CLPV S ris. morf_veg.	9.6\%	14.8\%	45.3\%

Tabella 3) Rapporto tra la superficie in CLPV e a rischio morfologico per diversi tipi di copertura vegetale, zona della Val di Pejo.

1. zone a fustaia a densità medio-alta;
2. zone a fustaia a densità bassa e ceduo;
3. zone a pascolo;

con decrescente capacità protettiva nei confronti delle valanghe. La carta del rischio morfologico è stata quindi sovrapposta a questa diversa carta della vegetazione e il risultato è stato nuovamente confrontato con la CLPV. I rapporti tra le aree comuni a queste due carte in funzione del tipo di vegetazione presente sono riportati in *Tabella 3*. Le percentuali riportate evidenziano come, a parità di superficie interessata dal rischio valanghivo, le tipologie forestali diminuiscano il rischio a seconda del loro grado di copertura e della loro composizione specifica.

Caratterizzazione altimetrica

La carta prodotta costituisce la base per ulteriori analisi e considerazioni riguardo la fenomenologia degli eventi valanghivi e la loro dipendenza dalle caratteristiche del territorio. In particolare permette di affrontarne la caratterizzazione anche da un punto di vista altimetrico. In questa ottica si è suddiviso il territorio provinciale in fasce di 200m partendo (*Figura 6*), come in precedenza, dalla soglia minima di 1000m.s.l.m. In *Figura 7* sono riportate le suddivisioni, per fasce altimetriche, della superficie della Provincia e della copertura vegetale. Risulta evidente come la superficie coperta da vegetazione diminuisca all'aumentare della quota e come vari, con la stessa, anche la classe prevalente poiché variano le condizioni ecologiche.

In *Figura 8* sono riportati i valori delle superfici appartenenti a ciascuna fascia altimetrica della carta del rischio morfologico e della CLPV. Risulta evidente come, alle quote inferiori ai 2200m, le superfici individuate dal modello presentino valori decisamente più elevati rispetto a quelle presenti nella CLPV. Al di sopra della soglia dei 2200 la corrispondenza tra i risultati ottenuti e le informazioni riportate sulla CLPV risulta, invece, particolarmente buona. La presenza, alle quote più basse, di elevate aree a rischio morfologico è da ricondurre alla struttura morfologica dei versanti vallivi. Nella fascia tra i 1000 e i 2200m sono presenti superfici più estese la cui pendenza risulta compresa tra i 28° e i 55°. Come analizzato in precedenza affiancare al rischio morfologico la carta della vegetazione permette di migliorare sensibilmente l'accordo con la CLPV. L'esclusione dalla carta del rischio

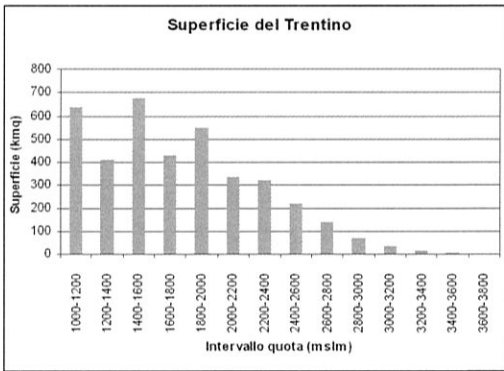



Figura 6) *Suddivisione per fasce altimetriche della superficie della Provincia di Trento con quota superiore ai 1000 m.s.l.m.*

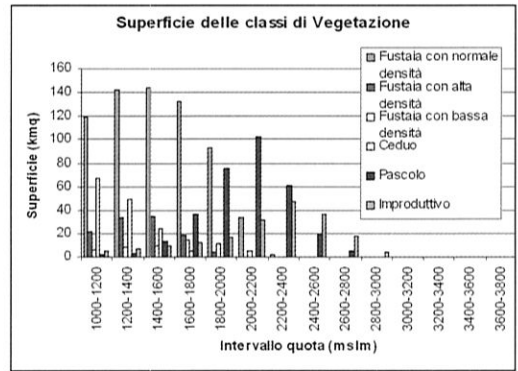



Figura 7) *Suddivisione per fasce altimetriche delle classi di vegetazione.*

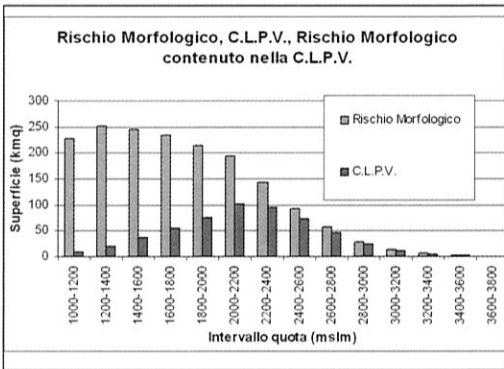



Figura 8) *Suddivisione per fasce altimetriche della superficie in CLPV e della superficie a rischio morfologico.*

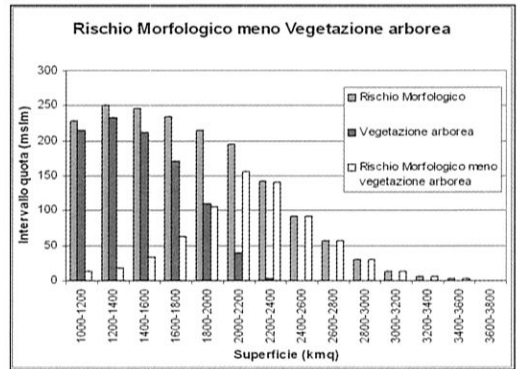



Figura 9) *Suddivisione per fasce altimetriche della superficie a rischio morfologico, della superficie a rischio morfologico coperta e non da vegetazione arborea.*

morfologico delle superfici coperte da vegetazione permette, inoltre, di valutare in modo più accurato l'azione protettiva della vegetazione. In *Figura 9* sono riportate, per fasce altimetriche, i valori delle superfici a rischio morfologico, i valori delle stesse ricoperte da vegetazione arborea e la differenza tra le due. Questa differenza rappresenta il valore delle superfici a rischio valanghivo che risultano, come riportato in figura x, in buon accordo con i valori della CLPV, confermando la validità del modello e della procedura di analisi. I valori della carta del rischio morfologico, nelle fasce oltre i 2200m, risentono in misura minore dell'influenza della vegetazione e presentano un ottimo accordo con i valori in CLPV. A queste quote le superfici coperte da vegetazione sono infatti minori e caratterizzate in prevalenza dalla pre-

senza di pascoli a bassa azione protettrice. I valori delle superfici a rischio valanghivo risultano mediamente più elevati, rispetto a quelli riportati sulla CLPV, e utilizzabili quindi nella pianificazione e nella gestione del rischio da valanga in quanto cautelativi.

Conclusioni e sviluppi

Il modello implementato, attraverso lo sviluppo di una procedura altamente automatizzata, fornisce, per l'intero territorio della Provincia Autonoma di Trento, risultati molto interessanti.

La carta del rischio valanghivo prodotta, sovrapponendo la carta del rischio morfologico e quella della vegetazione, costituisce uno strumento flessibile e preciso da affiancare alla CLPV nelle fasi di analisi e gestione del rischio da valanga.

L'utilizzo combinato della carta del rischio valanghivo prodotta e della CLPV consente di ottenere una carta tematica rappresentante il rischio globale, reale e potenziale del territorio della Provincia di Trento. In questo senso la mappatura del territorio permette l'individuazione di:

1. zone dove il pericolo è reale e segnalato dalla CLPV, (giustificato dal frequente manifestarsi di eventi valanghivi);
2. zone dove attualmente il pericolo è mantenuto allo stato potenziale grazie alla funzione protettiva della vegetazione;
3. zone individuate dal modello come a rischio reale, ma non segnalate dalla CLPV, (alle condizioni di rischio morfologico non corrisponde una adeguata copertura vegetazionale di protezione).

Dal confronto tra la carta prodotta e la CLPV risulta evidente come alcune tipologie forestali esercitino un'utile funzione di protezione e di come le stesse caratterizzino e differenzino, anche da un punto di vista vegetazionale, zone di distacco, di scorrimento e di accumulo. La caratterizzazione altimetrica delle zone a rischio valanghivo ha permesso di evidenziare in modo più marcato questo fenomeno. Si è evidenziato come, alle quote inferiori ai 2200, la presenza della vegetazione mantenga il rischio ad un livello potenziale in molte aree, mentre, alle quote superiori l'efficacia di questa azione protettiva diminuisca, rendendo ragione dell'accordo molto buono anche tra la CLPV e la carta del rischio morfologico. Su tutta la superficie del Trentino l'accordo tra la carta del rischio morfologico e la CLPV è pari al 53.2\%. Risultato positivo molto significativo considerando che sulla CLPV sono riportate le zone di distacco, di arresto e di scorrimento mentre la carta prodotta riporta esclusivamente le zone di distacco.

Nello sviluppo della ricerca differenti tipi di dati sono stati integrati all'interno del Sistema Informativo Territoriale GRASS. Questo software, disponibile sotto licenza GPL (General Public Licence), ha permesso di automatizzare la gestione delle informazioni geografiche e di estrarre in modo semplice, dai dati originali, le componenti necessarie allo sviluppo delle interazioni che caratterizzano il problema.

I criteri adottati si basano esclusivamente sulle caratteristiche del terreno, intendendo per esse la configurazione morfologica e la copertura vegetale. In questo studio non si sono volutamente presi in considerazione quei fattori che possono influenzare localmente le caratteristiche del rischio valanghivo.

Lo sviluppo di una serie di analisi di sensibilità mirate all'individuazione dei parametri morfologici e vegetazionali più adatti alla descrizione del modello permettendo di migliorarne l'adattabilità alla zona di studio rappresenta un proseguimento logico della ricerca presentata.

Sfruttando le caratteristiche e le funzionalità del SIT GRASS la procedura sviluppata potrebbe essere migliorata implementando un modello concettuale più complesso. In questa ottica si potrebbe considerare l'integrazione di un modello dinamico attraverso il quale è possibile considerare fattori relativi alle caratteristiche del manto nevoso e che permetterebbe di identificare sul terreno, anche, delle zone di scorrimento e di arresto della massa nevosa.

Volendo produrre uno strumento che sia il più possibile di supporto alle procedure decisionali che riguardano la gestione e la pianificazione del territorio risulterebbe utile integrare nel modello anche fattori di costo. La possibilità, ad esempio, di incrociare questi parametri con le informazioni relative alle aree che necessitano interventi di recupero o di tutela nei confronti della vegetazione, così come le aree a rischio più prossime a infrastrutture o a centri abitati consentirebbe, anche dal punto di vista economico, una quantificazione del rischio e degli interventi previsti.

Bibliografia

BERGER F., *"Appréciation des potentialités d'avalanche sous couvert forestier"*. CEMAGREF Grenoble, Fra, 1995.

BISCHOFF N., *"Selvicoltura nei boschi di montagna"*. Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio. Berna, Ch, 1994.

CIOLLI M., TABARELLI S., ZATELLI P., *"3D spatial data integration for avalanche risk management". Proceedings "GIS - Between Visions and Applications"*, Stuttgart, Germany, 7-10 settembre, 1998. Stuttgart: ISPRS, 1998.

CIOLLI M., ZATELLI P., *"Avalanche risk management using GRASS GIS"*. Geomatics workbooks, 2000, v. 1, p. 49-60.

GRAY D.M., MALE D.H., *"Hand book of snow. Principles, processes, management & use"*. Programmon Press. Willowdale, Can, 1981.

BOLOGNESI R., BUSER O., GOOD W., *"La previsione delle valanghe in Svizzera: strategia e strumenti"*. Neve Valanghe, 1995, n. 26.

MEYER M., GRASS, IMBECK H., *"Il deperimento dei boschi e il pericolo di valanghe"*. Neve e Valanghe, 1986, n. 4.

Bollettino dell'A.I.C., n. 117-118-119 / 2003

LA MONTAGNA NELLA CARTOGRAFIA DEL CINQUECENTO: VERTIGINE, INCANTO, SFIDA

Laura Federzoni

La montagna è stata per secoli sinonimo di pericolo e di mistero, a causa delle difficoltà dell'attraversamento dovute a una viabilità precaria e talvolta inesistente, a causa della copertura boschiva, con la conseguente presenza di animali feroci, e a causa della presenza umana più scarsa rispetto alla pianura. Il senso di mistero che promana dall'ambiente montano e dalla sua inaccessibilità, unito all'elevarsi delle cime verso il cielo, ha contribuito ad acuirne il carattere mistico e sacro, riscontrabile in quasi tutte le religioni, da quella ebraica a quella greca, al cristianesimo, per non citare che alcune fra le più diffuse.

È noto che soltanto dopo la conquista delle vette alpine e soprattutto con la prima ascensione alla cima del Monte Bianco, promossa dal naturalista ginevrino Horace-Bénédict De Saussure nel penultimo decennio del Settecento, nasce non soltanto l'alpinismo come pratica sportiva, ma anche un apprezzamento estetico diffuso per il paesaggio montano e soprattutto se ne sviluppa la conoscenza scientifica. L'interesse per la ricerca su quell'ambiente si era per altro manifestato già da tempo: a più di un secolo prima risalgono i più precoci tentativi di misurare l'altitudine dei monti, che ben presto raggiungono risultati abbastanza soddisfacenti. Il Rinascimento è invece un periodo in cui gli studi sulle formazioni orografiche si mantengono su un piano decisamente qualitativo e non conducono ad esiti tali da squarciare l'aura di mistero che le avvolge. La produzione cartografica dell'epoca ne costituisce una spia assai persuasiva, anche se nella varietà delle sue manifestazioni evidenzia il raggiungimento di risultati di differente livello.

Attraverso l'esame di alcuni significativi esempi di cartografia cinquecentesca, come le carte geografiche regionali, le topografie, le vedute urbane, la cartografia manoscritta, si pone a confronto una casistica che consente di ricavare un quadro sull'iconografia della montagna nel periodo prescelto, sulla percezione che di essa ha chi la traduce cartograficamente, sulla conoscenza dei suoi molteplici aspetti. Nel caso della montagna, come per altre forme del paesaggio, l'obiettivo per il quale l'immagine viene prodotta condiziona il disegno e la scelta dei dettagli da porre in evidenza. Le carte e gli atlanti a stampa, che nel Cinquecento si prefigurano scopi per lo più divulgativi del sapere geografico, propongono la montagna secondo determi-

nati schemi, che differiscono nettamente da quelli delle rappresentazioni manoscritte di origine governativa, indirizzate a gestire un territorio e le sue risorse presenti o, soprattutto, ad esasperare la funzione di confine di una catena o di un sistema montano.

L'eredità del medio evo

Le carte nautiche manoscritte, che sono giunte a noi attraverso numerosi esemplari a partire dalla metà del XIII secolo, ignorano per lo più l'orografia, essendo destinate prioritariamente all'uso da parte dei marinai e all'illustrazione minuziosa dell'apparato costiero e delle sue caratteristiche. È tuttavia noto che l'ottimo livello raggiunto da queste rappresentazioni ne fece un prodotto ricercato anche al di fuori dell'ambiente nautico cui era indirizzato, in particolar modo da parte di studiosi e di politici. La trasformazione in uno strumento da tavolino o di consultazione favorì la redazione di carte che, pur conservando tutte le caratteristiche proprie della cartografia nautica, cominciarono ad arricchirsi di illustrazioni e di informazioni che andarono a riempire quei vuoti corrispondenti all'entroterra, lasciati desolatamente bianchi negli esemplari in uso sulle navi. Tramite una molteplicità di immagini e di vignette, ora caricate di significati allegorici, ora connesse con un credo religioso, spesso ricche di informazioni relative alla vegetazione, alla fauna, all'insediamento di una regione, non di rado del tutto fantastiche, si ottennero creazioni di grande raffinatezza stilistica ed artistica anche grazie all'apporto di miniatori di professione. All'interno dell'apparato ornamentale della cartografia nautica da tavolino ritroviamo anche la presenza di elementi orografici, resi per lo più con sistemi inconsueti, come una grande T verde in corrispondenza delle Alpi occidentali, del tutto estranea al reale sviluppo della catena, oppure un lungo nastro serpeggiante, anch'esso di colore verde, concluso verso est da una forma a giglio stilizzato, per l'Atlante nel nord Africa, più confacente all'andamento sinuoso della catena, ma sicuramente molto generico[1]. Soltanto in alcuni casi, come nella ben nota Carta del Cantino conservata nella Biblioteca Estense Universitaria di Modena[2], opera di elevatissimo pregio artistico, o nel Mappamondo Salviati della Biblioteca Medicea Laurenziana di Firenze[3], qualche catena o qualche monte isolato sono riprodotti in prospettiva e in forme pittoriche più coerenti e verisimili: ne costituisce un esempio significativo la montagna della Tavola, che riempie l'Africa meridionale nella carta del Cantino (E. Milano, 1991,

---

[1] Si fa qui riferimento al Mappamondo Catalano della Biblioteca Estense Universitaria di Modena (C.G.A.1) e alle carte nautiche conservate nella medesima biblioteca (C.G.A.5.b e C.G.A.5.d), tutte opere del XV secolo.

[2] Biblioteca Estense Universitaria di Modena, C.G.A.2. La carta del Cantino risale al 1502.

[3] Biblioteca Medicea Laurenziana, *Med. Pal. 249*. Si tratta di una rappresentazione del 1527.

p. 149). Queste immagini offrono, oltre ad un appagamento della vista e del gusto estetico, informazioni puramente qualitative e talora appena vagamente evocative di un elemento morfologico di grande impatto sulla superficie terrestre.

Entra maggiormente nel dettaglio dell'apparato orografico la cartografia di derivazione tolemaica che comincia a diffondersi nel XV secolo. Occorre distinguere le redazioni manoscritte delle carte comprese nella *Geografia* di Tolomeo dalle edizioni a stampa, più tardive, ma sempre più numerose a partire dalla fine del Quattrocento, per circa centocinquanta anni: mutando il sistema di riproduzione, muta anche radicalmente la simbologia utilizzata e, di conseguenza, il risultato. Le versioni manoscritte, in particolare quelle eseguite da Niccolò Tedesco nella seconda metà del secolo, rappresentano le catene montuose tramite lunghe pennellate continue di colore ocra screziate da sfumature marroni: nelle diverse carte regionali si possono riconoscere almeno tre tonalità diverse, dall'ocra al bruno, che si propongono di adombrare, sia pure in termini sommari e tutt'altro che realistici, la morfologia variabilissima della montagna. Lo spazio occupato dalle catene, soprattutto in ampiezza, risulta di solito molto limitato, con l'eccezione delle Alpi occidentali, nella carta dell'Italia, che si estendono notevolmente in larghezza e lasciano spazio ad alcune grandi vallate che ne articolano lo sviluppo. Si riconoscono l'alta valle del Rodano, la val d'Ossola, la val d'Isère, la val di Susa e una valle delle Alpi Marittime. La collocazione delle grandi incisioni attraverso le Alpi non è sempre coerente alla posizione dei corsi d'acqua che scendono verso la pianura padana e di città come *Augusta Praetoria* e *Augusta Taurinorum*, tuttavia i toponimi relativi alle città e ai popoli insediati nelle vallate forniscono opportuni suggerimenti per la loro identificazione.

Effettivamente le valli e i passi montani sono fra gli elementi posti in maggiore rilievo, anche se non in maniera sistematica, nello schema tolemaico relativo all'orografia, che per lunghi tratti appare tuttavia come una barriera uniforme e ininterrotta: la catena appenninica, priva di qualunque frattura in tutto il suo sviluppo attraverso la penisola, ne costituisce un esempio significativo. Nel vicino e medio oriente sono invece segnalati e a volte enfatizzati i passaggi che le edizioni tolemaiche chiamavano *Portae* o, con una latinizzazione del termine greco, *Pylae*, transiti aperti attraverso i monti o fra due catene, che avevano visto sfilare nell'età antica migrazioni di popoli o grandi eserciti in marcia: ne avevano parlato gli autori classici, da Senofonte, nell'*Anabasi*, ad Arriano e Curzio Rufo, storici delle imprese di Alessandro Magno. Evidentemente anche Tolomeo era consapevole della loro importanza come punti di passaggio capaci di consentire la circolazione attraverso i sistemi montuosi e di assecondare i contatti fra i popoli. Nella tavola che comprende l'Asia Minore, fra la Cilicia e la Siria, sull'orlo del *Sinus Issicus*, compaiono le Porte Amaniche (*Amanicae Portae* o *Pylae Amani*), una stretta delimitata da un lato dai monti dell'Amano, dall'altra da un precipizio sul mare, lungo la via che con-

giungeva Isso con Alessandretta (L. Federzoni, 1974, p. 301). Questo passaggio è citato da Strabone e da Cassio Dione.[4] La tavola della Sarmazia vede, lungo il Caucaso, le *Portae* o *Pylae Albaniae* e le *Portae Sarmaticae* (o *Sarmatum Portae*), insellature o ampie vallate attraverso la catena. Nella tavola che rappresenta la Mesopotamia, la Media e la Persia le *Zagri Portae*, denominate talvolta Porte Persiche, intagliano il sistema dei monti Zagros, permettendo i contatti fra la Media e l'Assiria, mentre le *Caspiae Portae*, o Porte Caspiche, si aprono fra la Partia e la Media, attualmente fra l'Anti-Elborz e il gran Kavir, costituendo un grande asse di scorrimento ovest-est, che favorì, all'epoca di Tolomeo, la dislocazione di grandi vie commerciali (*Ptolemy's Geography*, 2000, pp. 150-151) e successivamente il sorgere di Teheran (M. Ortolani, 1975, pp. 133-138).

Nelle edizioni tolemaiche a stampa la rappresentazione della montagna cambia simbologia e assume le sembianze di lunghe teorie di monticelli conici che si succedono senza soluzione di continuità e senza alcuna differenziazione di altitudine. Manca di solito anche la resa dello spazio occupato da una catena, che appare normalmente di scarsa ampiezza, ad eccezione dei Pirenei, che si presentano come un sistema assai articolato. Un esempio fra i più significativi è offerto dall'edizione curata da Sebastian Münster nel 1540. Le grandi valli alpine sono scomparse. Rimangono le cosiddette *Portae*, che il Münster raffigura con il simbolo di una vera e propria porta ad arco, chiusa con tanto di cardini e chiavistello[5]. Quelle che nei manoscritti tolemaici del Quattrocento si presentavano come aperture, fratture, passaggi aperti nella barriera montuosa, atti a favorire i contatti fra regioni poste sui versanti diversi, si trasformano in questa edizione a stampa, sia pure attraverso un'immagine ingenua, in metafore della chiusura ermetica, dell'impenetrabilità (fig. 1). Forse si vuole alludere al fatto che chi possiede e controlla queste vie di comunicazione, che costituiscono nel contempo luoghi di notevole importanza strategica ed economica, le presidia con attenzione e non concede facilmente il transito. La raffigurazione manoscritta quattrocentesca, più astratta[6] ma geograficamente più significativa (alcune valli e passaggi fra i monti ben evidenziati), cede il passo nella versione a stampa ad un apparato sim-

---

[4] STRABO, *Geographia*, XIV, V, 18; CASSIUS DIO COCCEIANUS, *Historia Romana*, Epit. Lib. LXXV,7. Nella cartografia tolemaica non c'è menzione delle Porte Cilicie, un passaggio attraverso il Tauro, di notevole importanza strategica nell'antichità.

[5] Anche altre edizioni tolemaiche, successive a quella del Münster, segnalano le porte storiche tramite un simbolo allusivo: un arco aperto in quella curata nel 1562 da Giuseppe Moleti, che utilizza la traduzione latina di Willibald Pirckheimer, piccole architetture differenziate fra loro, a forma di portale, in quelle curate da Giovanni Antonio Magini, in latino ed in italiano, negli anni 1596, 1598 e 1621.

[6] Si osservi che in alcune redazioni manoscritte dell'opera geografica di Tolomeo, come quelle di Niccolò Tedesco le città sono rese con un piccolo cerchio giallo, senza alcun disegno imitativo di edifici o mura: un segno convenzionale astratto, quindi, molto simile a quelli in uso ai nostri giorni.

FIGURA 1) *La* Tabula Asiae Secunda *dell'edizione della* Geographia *di Tolomeo curata da Sebastian Münster (1540), con la Sarmazia e i passaggi che si aprono attraverso il Caucaso.*

bolico più imitativo delle forme reali, ma generico, impreciso e talvolta fuorviante. Le lunghe sequenze di coni richiamano poi il disegno a denti di sega su una base perfettamente rettilinea che raffigura l'orografia nella *Tabula Peutingeriana*: uno schema ripetitivo e monotono per un elemento del paesaggio naturale che le finalità evidenti della carta – le vie di comunicazione dell'Impero romano in tutto il loro sviluppo – pongono in secondo piano, come componenti di contorno (L. Bosio, 1983, p. 49).

Carte corografiche e atlanti

La cartografia a stampa del Cinquecento raggiunge i suoi massimi risultati nelle rappresentazioni corografiche, delle quali gli atlanti dei fiamminghi Abramo Ortelio e Gerardo Mercatore costituiscono, alla fine del secolo, i compendi più proficui. Nella raccolta dell'Ortelio, che comprende carte di numerosissimi autori, sulle quali – come è noto – il curatore interviene in misura molto limitata, la simbologia orografica non si distacca molto dai cumuli di talpa, pur disegnati, tramite una migliore resa

prospettica, con maggiore aderenza alle forme reali. Esaminiamo le tavole di Aegidius Tschudi per la Svizzera e di Giacomo Gastaldi per il Piemonte, le regioni che, occupando parzialmente le Alpi centro-occidentali, sono interessate dal maggiore sistema montuoso europeo: si nota che il pur articolato insieme di monticelli non pone in evidenza né la complessità della catena, né le altitudini che alcune cime raggiungono, ma unicamente la loro localizzazione nello spazio (J.-P. Nardy, 1984, p. 77). Relativamente all'altitudine, del resto, le idee erano ancora estremamente confuse, dal momento che talora si discuteva, sulla scorta di Polibio, se le vette alpine potessero paragonarsi a quelle greche dell'Olimpo, del Parnaso e dell'Ossa e che Iosia Simler, autore di uno dei trattati più interessanti sulle Alpi, lasciava nel vago la valutazione (I. Simler, 1633, p 183). I solchi vallivi raggiungono, nelle corografie, ampiezze eccessive ed appaiono come agevolissimi passaggi anche dove nel concreto si inerpicano faticosamente a grandi altezze, stretti fra rupi e pareti a picco. Poche sono le cime indicate con un toponimo.

Non diversamente la montagna viene descritta nelle trattazioni e nelle guide del medesimo secolo: anche qui le vette conosciute delle Alpi si contano sulle dita di una mano. Gli elvetici sono i primi ad apprezzare e a descrivere dettagliatamente il paesaggio alpino: Johann Stumpf, nella *Chronica Helvetica* del 1548, cita tre cime, il Monte Giove (Gran San Bernardo), il Glarnisch e il Bietschorn, fra le quali solo l'ultima sfiora i 4000 metri; Thomas Schöpf, scrivendo dell'Oberland bernese, ricorda il Grimsel, lo Schreckhorn, l'Eiger e la Jungfrau, che successivamente riporta anche in una carta corografica della medesima regione: tutte sfiorano o superano i 4000 metri (Ph. Joutard, 1993, pp. 50-51). Iosia Simler accenna al Monviso, che secondo alcuni supererebbe tutte le vette alpine[7], e alle Alpi Lepontine, ritenute generalmente le più elevate, anche per il fatto che ospitano le sorgenti di diversi grandi fiumi, come il Reno, il Rodano, il Ticino, la Toce, la Reuss, l'Aar. Elenca poi, ricavandole da Polibio e da altri autori classici, le montagne più note della Grecia classica e delle sue colonie: il Taigeto, il Liceo, il Parnaso, l'Olimpo, il Pelio, l'Ossa, l'Emo, il Rodope, il Dunace, l'Athos, il Casio e l'Ida. Propone inoltre diverse teorie relative all'altitudine, ma non ne accoglie nessuna (Simler, 1990, pp. 7-12). D'altra parte, nel Cinquecento, ma anche successivamente, almeno fino agli ultimi decenni del Settecento, nessuno era in grado di scalare le cime più alte e le ascensioni di cui resta memoria, quella di Francesco Petrarca al Mont Ventoux, quella di Antoine de Ville al Monte Aiguille, a sud di Grenoble, nel 1492 (W.A.B.Coolidge, 1913, pp. 260-262), quella di Joachim von Watt al Pilatus nel 1518, quella di Johann Müller allo Stockhorn nel 1536 ed altre non meno note, raggiungono ap-

[7] Lo sostiene anche Giovanni Antonio Magini, che cita a questo proposito le testimonianze di Virgilio e di Solino (G.A. Magini, 1620, p. 2).

pena o superano di poco i 2000 metri. L'unico che forse superò queste altitudini, ammesso che non si tratti di un episodio leggendario, fu un certo Bonifacio Rotario d'Asti che nel 1358 raggiunse il Picco della Rochemelon, di 3573 metri (W.A.B. Coolidge, 1913, pp. 260-261). Esiste già sicuramente un interesse per escursioni di tipo alpinistico, capaci di mettere l'uomo a diretto contatto con la natura, ma anche di porlo più facilmente di fronte a se stesso, ai propri errori, alle proprie contraddizioni, al rapporto con la divinità, come bene esprime la lettera del Petrarca relativa all'ascesa al "Monte Ventoso". Ma le cime più elevate, le grandi vette non soltanto restano inviolate e precluse, ma addirittura sconosciute.

Se ritorniamo alla cartografia a stampa del periodo e passiamo in rassegna le tavole dell'atlante dell'Ortelio relative ad aree interessate da catene o gruppi montuosi, possiamo ricavare una panoramica relativa all'immagine che di essi possedevano gli studiosi e gli umanisti. La rappresentazione del *Sabaudiae Ducatus* evidenzia la valle d'Aosta ed i passi del Moncenisio, del Piccolo e del Gran San Bernardo. La *Helvetiae Descriptio*, mutuata da Aegidius Tschudi, non riporta nomi di singoli monti, ma soltanto delle grandi partizioni alpine – *Alpes Poeninae*, *Cottiae Alpes* – e il passo del Gottardo; tutto il sistema montuoso appare qui, attraverso la generica simbologia prospettica di monticelli poco pronunciati, come una distesa di dolci colline non meglio definite, mentre la complessa idrografia articolata in fiumi e laghi si presenta molto dettagliata. La medesima impressione si ricava dalla *Rhetiae Alpestris Descriptio in qua hodie Tirolis comitatus* di Wolfgang Lazius, dove le montagne fra Trentino e Tirolo assumono l'aspetto di modeste ondulazioni e dove vengono denominate soltanto alcune valli – *Vallis Venusta*, *Vallis Tellina*, *Vallis Anagnina* – e il *Brenner Mons* detto anche *Pireneus*. La rappresentazione più elegante di un tratto alpino si trova nella carta del Piemonte di Giacomo Gastaldi con le sue montagne prospettiche accuratamente ombreggiate (L. Nuti, 1993, p. 16). Vi sono inoltre indicati numerosi valichi: *Col de Tenda*, *Col Argenta*, *Col de la Nostra Donna della Fenestra*, *Col de Lagnel*, *Col della Gros*, *Mon Geneva*, *Mon Cenis Grando*, *Mon Cenis*, *Mon Gales*. L'unico monte segnalato con il nome è il Monviso, frequentemente privilegiato sia nella cartografia, sia nei testi per le sorgenti del Po, ma anche perché facilmente visibile dalla pianura piemontese. Di grande interesse per la resa dell'ambiente montano è un'altra corografia compresa nel *Theatrum* di Abramo Ortelio, la *Fori Iulii accurata Descriptio*, dove finalmente le cime sono disegnate in forme più imponenti e in maniera più articolata, anche se si tratta di un settore alpino mediamente meno elevato di quello occidentale e centrale. In questo caso è la mano dell'autore che fa la differenza e conferma la presenza di una forte componente soggettiva nella rappresentazione cartografica, senza dimenticare la mancanza quasi totale di misurazione dell'altitudine e di percezione delle differenti quote. La corografia del Friuli, accanto ad un disegno assai evocativo, mostra tuttavia carenze nel campo

della toponomastica montana, quasi del tutto assente. Sono invece frequenti dei brevi testi esplicativi che forniscono notizie utili per la comprensione del ruolo economico e territoriale di alcuni luoghi: ad es. *Traviso, luogo di passo, dove si paga la muda al Re de Romani*, oppure *Hic Argentum Vivum effoditur*.

Al di fuori dell'ambiente alpino si distinguono nell'atlante dell'Ortelio da un lato la carta dell'Olanda di Jacob Deventer, dove il microrilievo costituito dalle dune costiere e insulari è reso con l'accostamento di varie file di minuscoli conetti, quasi un sistema montuoso in miniatura, dall'altro le bianche catene dell'Islanda di Andreas Velleius, che annota diversi toponimi come Mydals Iokul, Bald Iokul ecc. Non manca un vulcano, disegnato in forme inquietanti, con alte rocce protese verso il cielo, fiamme, fumo e lapilli eruttanti dalla cima, accompagnato da una precisazione eloquente: *Hekla perpetuis damnata estibus et nivibus horrendo boatu lapides evomit*. Qui troviamo inoltre una delle poche menzioni di nevai perenni: *perpetuae nives* annotata su una montagna.

La raccolta corografica dell'Italia curata da Giovanni Antonio Magini dedica all'arco alpino alcuni passi dell'introduzione: "L'Italia ...è attaccata al continente d'Europa nell'Alpi, che sono monti altissimi e asprissimi continuati insieme in guisa d'una grandissima muraglia o propugnacolo, che circonda tutto'l capo dell'Italia" e "... la providenza di Dio le pose per riparo l'Alpi tanto aspre, che tolti alcuni pochi passi alpestri e difficili, ch'ella aperti ritiene per ricevere le genti forastiere, a pena vi si potrebbe entrare con gl'esserciti..." (G.A. Magini, 1620, pp. 2 e 5). L'autore accenna qui a una scarsa permeabilità, che storicamente ha pochi riscontri, se consideriamo le innumerevoli invasioni transitate attraverso la catena alpina. Ma soprattutto sottolinea l'importanza che i valichi rivestono per il transito degli eserciti, come già nel 1515 aveva mostrato Jacques Signot con la sua carta geografica e la sua descrizione relativa a tutte le insellature che consentono la comunicazione fra la Francia e l'Italia: secondo la sua valutazione il Monginevro presentava le caratteristiche più consone al passaggio dell'artiglieria (*Images de la montagne*, 1984, p. 15).

La catena alpina compare più volte nella carte regionali del Magini, che la ritraggono con il consueto sistema dei monticelli in prospettiva, qui riconducibili quasi tutti ad un unico modulo più o meno elevato, ma dalle forme assai eleganti. Nella carta relativa al *Piemonte et Monferrato* si distinguono soltanto il Piccolo e il Gran San Bernardo, cui viene attribuito un disegno esclusivo. I toponimi, in questa come in altre carte contenenti tratti alpini, si riferiscono quasi unicamente a passi e sono particolarmente numerosi: Col Della Croce, Col Prauvie, Col di Bries, Col della Rognosa, M. Cenisio, M. Groscaval, M. Heran, S. Bernardo Piccolo, S. Bernardo Grande, e pochi altri. Fra le cime ha il privilegio del nome soltanto il M. Vesulo (Monviso). Gli stessi criteri si riproducono nelle carte dello *Stato del Piemonte*, della *Liguria o Stato della Repubblica di Genova*, dello *Stato di Milano*. Nella *Parte Alpestre dello Stato di Milano* sono indicati il

M. Sempione e il M. di S. Gottardo e sono particolarmente evidenziate diverse ampie valli, come del resto nella carta del *Territorio di Bergamo* dove numerosi passi lungo il confine con la Valtellina e i Grigioni sono resi con il simbolo distintivo, usato solo qui all'interno dell'opera, di una porticina. In tutte le carte relative ai tratti alpini veneti e trentini viene impiegata una simbologia di scarso effetto data da monticelli modesti e scollegati senza alcun riferimento alle articolazioni e all'imponenza della catena in quei settori.

Occorre comunque osservare che le modalità secondo le quali si presenta il segno convenzionale dei cosiddetti mucchi o coni di talpa, utilizzato quasi universalmente nella cartografia fino a buona parte del XVIII secolo, sono molteplici, come ha dettagliatamente testimoniato il Tomasi con una tabella che, soltanto per il Cinquecento e per i primi del Seicento, riporta diciassette tipologie, che variano dai coni associati e allineati, a quelli regolari, a quelli di tipo pittorico, a qeulli arrotondati, alle piramidi regolari e a quelle raggruppate, per non citare che alcuni fra i casi più frequenti (G. Tomasi, 1997, pp. 139-150). Rimangono comunque raffigurazioni più artistiche che scientifiche, essenzialmente qualitative e del tutto prive di valutazioni relative all'altitudine fino alla fine del XVIII secolo (A. Eleb-Bailly, 1980, p. 335).

L'evidente disparità di rappresentazione dei sistemi montuosi da un autore all'altro riflette senz'altro la scarsa conoscenza di quegli ambienti, praticati soltanto al di sotto dei 2500-3000 metri, per lo più lungo valli e passi, con esperienze molto sporadiche di ascesa ad alcune cime. Le grandi distese di neve e ghiaccio, le vette che superano i 4000 metri erano al di fuori della portata di quei tempi ed apparivano del tutto estranee, per le difficoltà insormontabili che presentavano, alla vita delle popolazioni, anche di quelle insediate a breve distanza da esse. Il Monte Bianco, sempre assente nella cartografia del Cinquecento al pari delle altre grandi vette delle Alpi Graie, Pennine e Bernesi, era conosciuto come la "Montagne Maudite", appellativo che al plurale veniva esteso a tutto il complesso aostano, fatto oggetto di una tradizione orale che vi collocava demoni, streghe, sabba infernali e punizioni divine (P. Joutard, 1993, pp. 9-20).

Non soltanto le grandi vette alpine, ma anche le più modeste montagne appenniniche non suscitavano, tranne poche eccezioni, l'interesse, lo spirito esplorativo o competitivo degli abitanti delle vallate e tanto meno della pianura. Le stesse denominazioni che venivano loro attribuite nei secoli anteriori alla scoperta dell'alpinismo – e che furono successivamente modificate – oltre a rievocare con immediatezza pericoli reali o leggendari, spesso si limitavano ad indicarne la posizione rispetto ad una località abitata vicina, per la quale rappresentavano l'elemento più significativo del giro di orizzonte. Il Monte Cimone, la cima più elevata dell'Appennino settentrionale compare nella cartografia del Cinquecento con l'oronimo di Monte di Lonato o Alpe de Lona[8]: l'interpretazione data dai glottologi non associa il nome alla luna, ma all'ora nona (Alpe de Nona), le quindici del pomeriggio, quan-

do la vetta appare completamente illuminata dal sole agli abitanti del versante occidentale (F. Violi, 1974, pp. 137-140). L'abitudine di denominare i monti dall'ora del giorno in cui venivano rischiarati dal sole era sicuramente diffusa nel medio evo lungo la catena alpina, come ha ampiamente documentato Gian Domenico Serra riportando innumerevoli testimonianze fra le quali si possono ricordare il Campanile de Mesdì nel Trentino, Alp Prima, Piz Terza nel Bergamasco, La Dent d'Etava (*octava*) in Svizzera, Becco di Nona, che si affaccia sulla Stura di Val Grande, Pian della Nona nel Torinese, Sasso delle Nove nelle Dolomiti Cadorine, Cima Dieci in Valsugana (G.D. Serra, 1954, pp. 111-126)[9].

Ciò che interessa sottolineare in questa sede è che da tali toponimi si desume, fra le altre considerazioni, che i monti denominati dalle ore del giorno durante le quali appaiono ai valligiani illuminati dal sole sono visti dal basso o da lontano, non conosciuti per le loro caratteristiche morfologiche. Benedikt Marti scrive nella *Courte descriptio du Stokhorn et du Niesen*, del 1577, che i Bernesi osservano le montagne che circondano la loro città non soltanto per ammirare le cime, le pareti scoscese e i massi pronti a precipitare, ma anche per cogliere il sorgere e il calare del sole e i segni del variare del tempo (Aliprandi, 1993, p. 41). Anche questo conferma quanto poco fossero praticate, vuoi per i pericoli e i disagi che la salita o la scalata potevano comportare, vuoi per le favole truci relative alla loro conformazione, alla presenza di ghiacciai, nevai o di ampie distese boschive, per lo più popolate, nell'immaginario collettivo, da animali feroci, se non da mostri.

Il fascino delle vette

Malgrado quanto osservato, occorre aggiungere che le popolazioni montane, ma soprattutto gli autori che scrivono sulla montagna, non avvertivano soltanto gli aspetti negativi, i rischi, le difficoltà del loro ambiente, ma talvolta ne subivano l'incanto. Si è già ricordata la celeberrima ascesa del Petrarca al Mont Ventoux, durante la quale il poeta "scopre la bellezza del paesaggio di montagna e il piacere della scalata" (Ph. Joutard, 1993, p. 29) e mette alla prova se stesso in un'impresa che simboleggia con grande aderenza quella ricerca del divino e quel perfezionamento spirituale, che soltanto con enorme fatica è possibile conseguire. Nel contempo trova una nuova occasio-

[8] Si fa qui riferimento al *Ritratto della città di Modona*, una carta a stampa del territorio modenese dal crinale appenninico fino a Finale, realizzata nel 1571 da Alberto Balugola (L. Federzoni, 1997, pp. 264-265) e alla *Carta degli Stati Estensi*, opera manoscritta a grande scala di Marco Antonio Pasi, nelle sue due versioni del 1571 e del 1580 (L. Federzoni, 2001, p. 262).

[9] Nel Settecento anche Johann Jacob Scheuchzer nella sua opera sugli itinerari attraverso le regioni alpine della Svizzera, ricorderà il Piz delle Nuove, il Piz delle Dieci, il Piz delle Undeci, tre grandi cime della Val Bondasca, cui le popolazioni locali attribuivano il ruolo di gnomoni naturali (G. Garimoldi, 2002, p. 34)

ne per meditare, guidato dal passo di Sant'Agostino, sulla vanità delle cose terrene, non escluse le bellezze della natura, cui si contrappone l'urgenza di scrutare dentro se stessi, di analizzare la propria anima, di non perdere di vista il fine ultimo della ricerca di Dio.

Gli umanisti del Cinquecento trovano invece nella contemplazione delle meraviglie della natura il motivo per riconoscere la presenza del Creatore e, messi da parte i travagli petrarcheschi, si lasciano prendere dal fascino del paesaggio alpestre, dall'infinita varietà delle sue forme, a tratti dolci e familiari, a tratti violente ed inquietanti. Sono significativi gli autori elvetici che cominciano a scoprire quelle montagne che hanno da sempre costituito il loro orizzonte, ma dalle quali si sentivano respinti. Così, accanto all'apprensione che certe manifestazioni estreme della natura alpina producono in chi vi si accosta, si fa strada l'ammirato stupore per la bellezza ancora incontaminata di quei paesaggi e per la loro varietà: si osserva l'enorme mole dei monti e la loro altezza, che non si è ancora in grado di valutare in termini realistici[10], ma che si percepisce come impressionante, si ammirano le pareti inaccessibili, le rupi ardite, le foreste impenetrabili,[11] le valli, i ruscelli, le sorgenti, le praterie, le piante e i fiori rari, le forme sorprendenti delle rocce e degli anfratti, il canto degli uccelli e il silenzio della solitudine. Si elencano inoltre le ricchezze delle montagne e le risorse che gli uomini in parte già sfruttano: l'alsaziano Thomas Schöpf, descrivendo l'Oberland bernese, sottolinea la selvatichezza della valle, coperta di ghiacciai, ma praticata da cacciatori e da cercatori di cristalli, che vi si trovano in abbondanza (Ph. Joutard, 1993, pp. 50-51); Iosia Simler attesta la presenza di giacimenti metalliferi, che tuttavia gli Svizzeri preferiscono lasciare intatti perché la loro estrazione comporterebbe un eccessivo disboscamento per procurare il legname necessario per la fusione, la riduzione dei pascoli per lasciare spazio alle strutture delle miniere, l'inquinamento delle acque superficiali con le scorie, l'immigrazione di troppi stranieri, dato che l'apertura di una miniera richiedeva allora il trasferimento sul posto di folti gruppi di minatori esperti, provenienti da altre regioni. L'autore attesta qui la diffusione in Svizzera di una coscienza ecologica e di un rispetto per l'equilibrio dell'ambiente alpino che ci lascia stupiti.

---

[10] Nel Cinquecento si arrivò ad attribuire al picco di Tenerife, considerato la montagna più alta del mondo, l'altitudine di 40 chilometri (Aliprandi L. e G., Pomella M., 1974, p. 96).

[11] Conrad Gesner indirizza una lettera all'amico Jacob Vogel (Avienus), inserita come premessa del *Libellus de lacte* (1541), nella quale si esprime in questi termini: "... Quanta enim voluptas, quantae sunt putas animi, ut par est affecti, deliciae, montium moles immensa spectando admirari et caput tanquam inter nubes attollere. Nescio quo pacto altitudine stupenda mens percellitur rapiturque in summi illius Architecti considerationem." (carta 1 recto); "... Sapientiae studiosi pergent terrestris huius paradisi spectacula corporeis animique oculis contemplari inter quae minime postrema sunt, aedita praeruptaque montium fastigia, inaccessa praecipitia, ad coelum ad coelum tendens laterum immanitas, rupes arduae, opacae silvae. ..." (carta 1 verso).

Piuttosto che sfruttare le risorse del sottosuolo, si preferisce salvaguardare e valorizzare l'economia pastorale, fondata sulla pratica dell'alpeggio e sul godimento dei pascoli d'altura, una delle maggiori ricchezze della regione, nelle stagioni in cui il clima lo consente (M. Milanesi, 1990, pp. XIX-XX).

Dove Simler tratta, per un intero capitolo, delle difficoltà e dei pericoli delle strade alpine e degli accorgimenti che permettono di affrontarli, manifesta un rapporto razionale con l'ambiente dell'alta montagna, facendo seguire ad ogni occasione di rischio la soluzione per superarla. Sui sentieri irti, stretti, sull'orlo di precipizi è consigliabile farsi accompagnare da abitanti del luogo, esperti di quei percorsi; di fronte a lastre di ghiaccio si possono applicare alle calzature suole di ferro chiodate o si possono avvolgere le scarpe con lacci di cuoio anch'essi chiodati, o ancora ci si può sostenere con bastoni dalla punta di ferro; una discesa precipite e sdrucciolevole può essere superata lasciandosi scivolare su rami di abete, o su pelli di animali, mentre i carri spesso vengono calati per mezzo di cavi azionati da argani e carrucole. Occorre comunque sempre conoscere bene il percorso da compiere e le vette o i valichi da superare, perché non di rado dal basso i monti appaiono di altezza assai più modesta di quella reale; per non incorrere poi nei rischi rappresentati dai crepacci, soprattutto nel caso che siano coperti da neve fresca, la soluzione migliore è formare una cordata con guide del posto. Per grandi attraversate di distese di neve fresca si consiglia l'uso di rudimentali sci e racchette. Le slavine e le valanghe, i maggiori pericoli dell'alta montagna, vengono frenati da ampie foreste, disposte in maniera da spezzare il fronte della massa nevosa. Contro il freddo Simler fornisce diversi suggerimenti relativi all'abbigliamento più adeguato, mentre se un viandante è sorpreso da una bufera deve raggiungere al più presto uno degli ospizi che sempre sorgono lungo i sentieri più frequentati, per passarvi anche qualche giorno in attesa che le condizioni migliorino. Ogni inconveniente comunque sembra poter avere una soluzione, qualora ci si comporti con prudenza (I. Simler I, 1990, pp. 71-81). I grandi pericoli, i mostri, le maledizioni della montagna appaiono superate, almeno dagli Svizzeri, che cominciano ad analizzare scientificamente l'ambiente che li circonda, pur continuando ad ignorare e a rimuovere le grandi altezze.

Il fascino della montagna in genere, in particolar modo delle Alpi, si estende ai pittori, che già dalla fine del Quattrocento con Leonardo, e ai primi del secolo successivo con Dürer avvertono lo stupore quasi annichilito di fronte ad uno spettacolo della natura di una grandiosità difficilmente uguagliabile. Quella bellezza e quella forza attrattiva derivano certamente, almeno in parte, dal mistero che ancora avvolge i settori più elevati dei sistemi montuosi. La medesima sensazione di splendore non definibile si avverte anche in alcune tavole di un'opera geografica realizzata fra la fine del XVI e l'inizio del XVII secolo, le *Civitates Orbis Terrarum* di Georg Braun e Frans Hogenberg, sei volumi di piante e vedute di città pubblicati a Colonia fra il 1572

e il 1617. Essendo il tema principale dell'opera la rappresentazione urbana – attraverso differenti tipologie, come la pianta prospettica, la veduta prospettica, la veduta a volo di uccello, il profilo – la montagna, come tutti gli elementi dell'ambiente naturale rimane per lo più nel sottofondo a fare da cornice alla città. Sono semmai più evidenziati i corsi d'acqua, i laghi, gli stagni, il mare e le acque in genere, forse perché l'elemento idrico appare più necessario alla vita dell'uomo e di conseguenza anche alla sopravvivenza delle città che rappresentano la forma più complessa di insediamento umano. Tuttavia alcune fra le centinaia di rappresentazioni contenute nei tomi offrono senza dubbio la documentazione di un nuovo modo di osservare e ritrarre il rilievo: si possono ricordare le tavole di Napoli e di Catania, con il Vesuvio e l'Etna incombenti alle loro spalle. Ma soprattutto vanno menzionate le tavole realizzate dal pittore e cartografo anversano Georg Hoefnagel, che si distinguono per lo stile originalissimo. Più che immagini urbane, quelle di Hoefnagel sono per la maggior parte paesaggi che contengono, non sempre in primo piano, un insediamento urbano, inserito in un contesto di elementi fisici come colline, valli, montagne, dove l'impronta dell'opera dell'uomo ha in genere un rilievo fondamentale: si possono cogliere strade, colture, tracce di attività economiche di vario genere, ritratte con evidenza e precisione, nonché alcune particolarità tipiche di un luogo, sia di carattere ambientale, sia di origine antropica. Le immagini di questo autore, sparse nei diversi volumi, si riferiscono a città grandi e piccole di diversi paesi dell'Europa occidentale e centrale, dalla Spagna alla Francia, alla Gran Bretagna, alle Fiandre, all'Italia, alla Germania, alla Boemia, ecc. e sono frutto dell'osservazione diretta dell'autore che, durante diversi viaggi compiuti sia come mercante, sia come uomo di cultura, ritrasse numerosissimi paesaggi per lo più sotto forma di vedute a volo d'uccello.

Di grande interesse per la rappresentazione della montagna sono alcune tavole dedicate alla Spagna, come la *Sierra de Sant Adrian en Biscaia* (libro V, tav. 16), dove le rocce, fra le quali si apre una grotta, presentano varie giaciture, alcune diritte e puntate verso il cielo, altre distese, in un accavallarsi che adombra quasi uno studio scientifico. Altre tavole contenute nel medesimo libro relative a villaggi nel sud della Spagna, nelle vicinanze di Xeres, come Archidona, Hardales, Zahara, Bornes, ritraggono montagne incombenti, con rocce erte e scoscese. Ma soprattutto si distinguono le due tavole relative a *Oenipons*, Innsbruk, e alla sua valle. La prima (lib. V, tav. 58) presenta una veduta a volo d'uccello, colta da est, del centro urbano che si riconosce in secondo piano, un po' nascosto, con campanili e torri in evidenza, il resto dell'incasato piuttosto confuso. In questo caso la collocazione di scarso risalto del capoluogo del Tirolo si può spiegare con la sua modesta consistenza demografica, dal momento che a quell'epoca, come le altre, poche, città incastonate nel sistema alpino, non contava più di 5000 abitanti (J. Mathieu, 1998, pp. 26-27). Il primo piano è invece occupato, sulla sinistra, dal *castrum Ameras*, in

cima ad un colle, entro un parco cintato con cervi al pascolo. Al di sopra del palazzo si legge la dicitura "Castrum Ameras a serenissimo Archiduce Ferdinando Austriaco extructum, in quo et eius Bibliotheca et Museum". L'autore si preoccupa di sottolineare la presenza di istituzioni culturali all'interno di un maniero dall'aspetto di una fortezza. In basso una scena pastorale, con un pastore e tori al pascolo, il fiume con imbarcazioni e cigni, alcuni edifici rurali, fra i quali si distingue un mulino. Sullo sfondo, ma incombenti su tutta la scena, i monti che sovrastano la valle dell'Inn, nudi e rocciosi, sotto nubi che si addensano nel cielo (fig. 2). Il testo in latino, opera del curatore Georg Braun, che accompagna come sempre l'immagine sul verso del foglio, ricorda che il comitato del Tirolo, esteso fra i gioghi delle Alpi Retiche, è ricco di risorse quali oro, argento e metalli, presenta un paesaggio particolarmente corrugato e scosceso, ma allietato da grandi foreste piene di animali selvatici, mentre le colline producono messi e viti, le vallate, irrigate dalle acque di fonti e fiumi, ospitano armenti e greggi che godono di pascolo abbondante, e infine i laghi e gli stagni abbondano di ottimi pesci di varie specie.[12]

La tavola seguente, che corrisponde

FIGURA 2.) *La tavola di* Oenipons, *Innsbruck, di Georg Hoefnagel contenuta nel libro V delle* Civitates Orbis Terrarum *di Georg Braun e Frans Hogenberg (1572-1617).*

alla n. 59, completa la prima con tre prospetti distinti e separati il primo dei quali, nella parte alta del foglio, riproduce il paesaggio della valle dell'Inn, stretta fra montagne a picco, in parte coperte di conifere, in parte rocciose con scarse tracce della presenza umana, riconoscibili in pochi campi coltivati lungo il fiume e in tre minuscoli villaggi; il secondo, in basso a sinistra mostra un percorso attraverso le Alpi del Tirolo con viandanti che osservano greggi al pascolo fra erte montagne, un castello e alcuni edifici rustici. Il testo che completa la tavola, dal titolo *Prospectus amoenissimus Vallis Oeniponticae, una cum antro in altissima et praeruptissima rupe Imp. Maximiliani Primi*, introduce un ulteriore approfondimento del paesaggio alpino: "Qui ex Germania in Italiam per salebrosas montium cautes, per aspera saxa, per altas et praecipites valles atque per amoenissimas oeniponticas ac Tyrolensium vias contendunt, praeterquam quod arces, villas, elegantesque urbes conspiciant, in praealtis etiam scopulis rupricaprarum greges earumque miram atque iucundam venationem frequenter vident ...". Sono evidenti anche qui le vestigia di quel paesaggio aspro e scosceso, scavato in mezzo a valli con pareti a picco, che da un lato rende inquieto qualunque viaggiatore, dall'altro lo riempie di meraviglia per i panorami inconsueti che ostenta. In queste tavole delle *Civitates Orbis Terrarum* e nei testi allegati si ritrovano il medesimo spirito e le medesime conoscenze che animavano coloro che nello stesso secolo hanno scritto sulle Alpi e sulla montagna in genere.

La montagna nella cartografia progettuale degli apparati governativi

Accanto alla cartografia a stampa, rivolta ad un pubblico colto, di studiosi o al massimo di mercanti, si perfeziona sempre di più, nel corso del Cinquecento, una produzione manoscritta commissionata dai governi e dagli uffici amministrativi per gestire al meglio il territorio di ciascuno Stato. Si tratta in genere di corografie, topografie o mappe a media e grande scala, redatte in un'unica copia o in pochissimi esemplari, in quanto non destinate ad un pubblico numeroso, ma all'uso dei tecnici preposti a compiti di gestione e organizzazione del territorio. La Repubblica di Venezia, a causa della necessità di organizzare un ambiente estremamente delicato come

[12] "Tirolensium Comitatus, provincia Alpibus licet inclusa et extensa peripsa iuga Rhaetica fructuum tamen rerumque ad vitam necessariarum necnon auri, argenti, metallorumque omnis generis optimorum copia, tam locuples et dives ut eam aptissime et admodum facete Maximilianus Augustus rudem et agrestem rusticis tunicam appellare consueverit,multis quidem plicis et rugis horridam ac deformem, valde nihilominus bonam, calidam ac commodam esse dicens. E montium enim visceribus ingentes hauriuntur metallorum thesauri, cacumina vastis silvis, ferarumque multitudien plena, colles ac clivi frugibus ac vineis; valles fontium ac fluminum aquis irriguae, armentis et pecoribus refertae sunt quae pabulo non minus quam lacus et stagna inter montes spaciosissima, variis et optimis piscibus abundant. ..."

quello della laguna, con i lidi, le isole, i canali, il flusso e le deposizioni dei fiumi dell'entroterra, ma anche tutta la terraferma, con le paludi, i fiumi, le montagne, tutti elementi interconnessi, come componenti di un sistema ecologico dall'equilibrio precario, produsse uno dei giacimenti più ricchi ed articolati di rappresentazioni del proprio territorio a fini amministrativi e per la progettazione degli interventi atti a salvaguardarlo. La montagna che vi compare, essenzialmente le Alpi e le Prealpi venete e friulane, è l'ambiente dei boschi da tagliare per le numerose necessità della Serenissima, ma anche da salvaguardare, per non eroderne in misura eccessiva il patrimonio; è la sede di una microeconomia fondata sui pascoli, sulle coltivazioni collinari e di alta quota, sulla produzione di carbone dal legname, sugli usi civici che contrappongono i piccoli comuni alla capitale (E. Casti Moreschi, E. Zolli, 1988); è il tratto iniziale e più precipite di quei fiumi, che nella bassa pianura formano ristagni e dissesti e rischiano di interrare la laguna. Un territorio visto in funzione della città dominante, più che dotato di vita autonoma, sul quale le diverse magistrature esercitano il proprio controllo.

Anche altri Stati si distinguono per una ricca produzione di carte di questo tipo. Fra questi lo Stato Estense, che per certi versi presenta una conformazione territoriale non del tutto dissimile dalla Repubblica di Venezia: la costa ferrarese a sud del delta padano si affaccia sul medesimo braccio di mare sul quale, di tanto in tanto, il governo tenta di impostare una politica concorrenziale, senza tuttavia risultati degni di nota; nella bassa pianura che abbraccia Ferrara, la capitale, ampie distese vallive e paludose creano un ambiente anfibio, che richiede interventi ed attenzioni particolari, non diversamente dall'entroterra veneto e friulano alle spalle delle lagune; all'estremità meridionale del ducato si stende una fascia montana che comprende l'Appennino modenese e reggiano e la Garfagnana, terra di confine non sempre pacifica per i frequenti attriti con gli Stati limitrofi, tanto da dover essere controllata da diverse fortezze[13]. La cartografia del tratto estense dell'Appennino è nel Cinquecento, come nei secoli seguenti, assai ricca, anche se nella maggior parte dei casi si compone di mappe di piccole dimensioni, redatte per risolvere questioni di portata limitata, non di rado disegnate con mano insicura e con una simbologia ingenua e poco corretta. Alcuni cartografi tuttavia si distinguono per la realizzazione di opere di grande pregio, sia dal punto di vista stilistico, sia sotto l'aspetto della progettazione di interventi atti a meglio amministrare l'area montana. Fra questi spicca, nel Cinquecento, il nome del carpigiano Marco Antonio Pasi, attivo a Ferrara nella seconda metà del secolo, sotto il governo del duca Alfonso II.

Il Pasi è soprattutto noto per una grande carta a scala topografica di tutto il ducato, redatta in due copie realizzate

[13] Fra la seconda metà del Cinquecento e i primi del Seicento furono costruite o ripristinate le fortezze di Sestola, nel Frignano, di Monte Alfonso, delle Verrucole, di Ceserana, di Trassilico e di Cascio in Garfagnana.

in tempi diversi – la prima nel 1571, la seconda nel 1580 – e probabilmente per scopi differenti.[14] L'area appenninica che, grazie all'orientamento con il sud verso l'alto, si osserva salire gradualmente dalla pianura modenese e reggiana, è resa con un disegno imitativo assai articolato che permette di percepire, attraverso le dimensioni crescenti dei monticelli, l'incremento dell'altitudine, cui si aggiunge un colore ocra sfumato in tonalità via via più intensa man mano che ci si avvicina al crinale: quasi un tentativo di rappresentazione con tinte altimetriche. Questo tratto appenninico appare assai popolato, come testimoniano frequenti prospetti di villaggi e di strutture fortificate in sito sommitale. Soltanto il crinale risulta spoglio di insediamenti: d'altra parte non si raggiungono qui le grandi altitudini alpine, non si incontrano le nevi perenni e i ghiacciai, ambienti allora del tutto ostili non solo alla dimora, ma anche al passaggio dell'uomo. I monti della Garfagnana sono ritratti con cura particolare: un disegno imitativo molto efficace pone in rilievo la scabrosità dei versanti che precipitano verso le valli degli affluenti del fiume Serchio. Il Pasi, impegnato dal governo ducale nella costruzione delle fortezze di Verrucole e di Monte Alfonso e in altri interventi per la definizione dei confini in un'area dove si incontravano i territori di tre Stati, il Ducato Estense, la Repubblica di Lucca, il Granducato di Toscana, conosceva palmo a palmo quelle vallate e quelle cime. Lo testimoniano diverse topografie realizzate in momenti diversi e per le finalità più varie.

Alcune fra queste rappresentazioni, frutto di una tecnica raffinata e di una mano sicura tanto da apparire quasi dei paesaggi pittorici, rappresentano alcuni tratti delle montagne della Garfagnana fra le Alpi Apuane e le Panie, dove evidentemente le controversie di confine erano frequenti: esse ci mostrano, oltre ad una resa estremamente realistica dei particolari di ogni cima e di ogni valle, anche una cura selettiva degli elementi da cartografare. Nella rappresentazione che comprende il territorio fra Castelnuovo in Garfagnana e la costa tirrenica in corrispondenza di Carrara, Massa e Seravezza[15] non tutti i monti, tutte le valli, tutti i torrenti sono disegnati con la medesima precisione: alcuni sono resi con linee estremamente corrette e con uno sfumo che permette di rilevare ogni singola vallecola dei versanti, altri sono semplicemente accennati con una linea sottile che descrive il profilo, altri non compaiono affatto. I vuoti non derivano dall'incom-

[14] La prima Carta degli Stati Estensi di Marco Antonio Pasi, a scala 1:53800 circa, è conservata presso l'Archivio di Stato di Modena, con la segnatura *Mappe in telaio, pannello M*; la più tarda, a scala 1:56000 circa, si trova presso la Biblioteca Estense di Modena, con la segnatura C.G.A.4. Relativamente a quest'ultimo esemplare è stato realizzato di recente un restauro digitale che, lasciando intatto l'originale, ne riproduce una copia che ricostruisce, tramite sistemi informatici, le caratteristiche originarie della carta, quali i colori, i toponimi, i segni deteriorati dal tempo, riportandola al primitivo nitore e favorendone la leggibilità (L. Federzoni, 2001, p. 241)

[15] Archivio Di Stato Di Modena, *Confini dello Stato*, busta 67. La rappresentazione risale al 1593.

piutezza della rappresentazione, ma dalla precisa scelta di inserirvi soltanto quanto rispondente alle finalità che essa si propone: oltre ai consueti profili delle località abitate, grandi e piccole, indicate con il toponimo, delle quali si possono riconoscere le singole abitazioni, sono posti in rilievo alcuni elementi come una cava di marmo (di grande importanza economica), la cima della Pania Alta, il Passo è di individuare alcune diramazioni della catena appenninica, il loro digradare verso la costa tirrenica, le possibilità di comunicazione e una serie di punti di riferimento in un'area di difficile gestione per la complessità dei confini (fig. 3).

Le medesime caratteristiche appaiono ancora più evidenti in un altro schizzo di dimensioni più ridotte, relativo ad un'area più piccola del medesimo tratto ap-

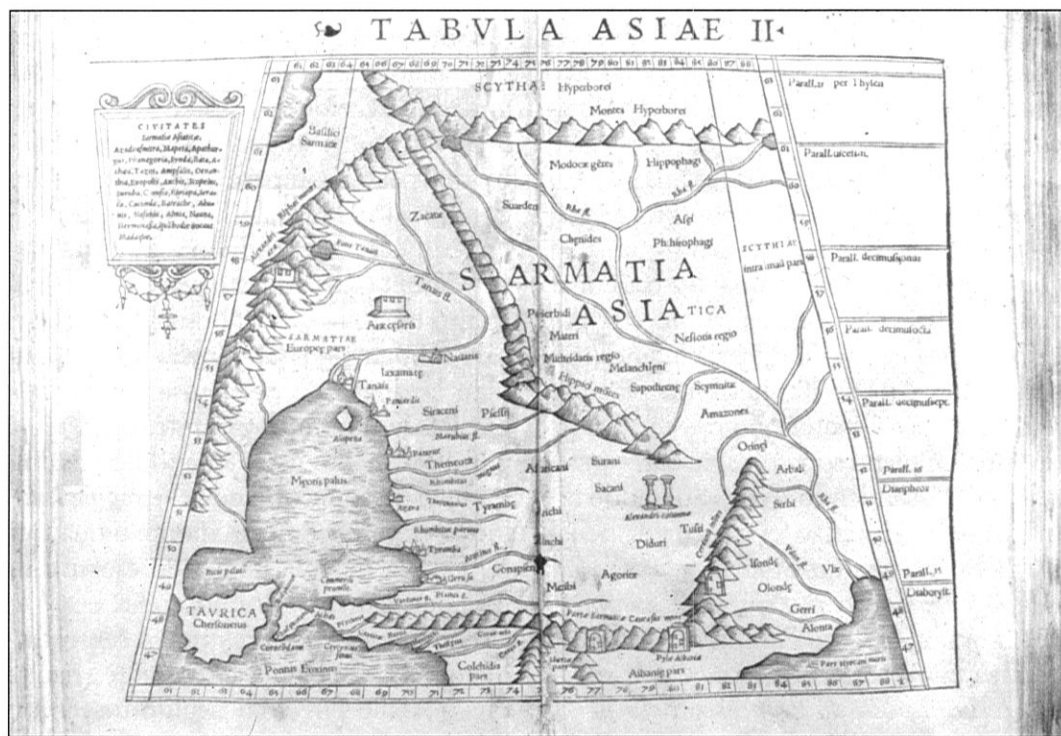



FIGURA 3) *Carta della Garfagnana e della costa tirrenica disegnata da Marco Antonio Pasi nel 1593. Modena, Archivio di Stato.*

delle Tambura, servito da una strada dai tornanti molto stretti, diversi corsi d'acqua privi di nome e alcune vie di comunicazione. Lo scopo non dichiarato, trattandosi di una topografia priva di titolo, penninico nei pressi del passo della Tambura, dove un colle posto al centro è ritratto nelle minime articolazioni, con tutti gli scoscendimenti, le acque, la vegetazione, ma soprattutto con l'indica-

zione precisa dei confini delle giurisdizioni di Ferrara, di Firenze e di Massa, linee che si incrociano sulla cima del colle nel punto segnato da una croce. I monti attorno sono accennati sommariamente.

Più complessa è una terza carta del Pasi relativa ad un'area appenninica limitrofa,[16] compresa fra il Lago Santo, assai prossimo al crinale appenninico, il Monte Alto e il Monte della Verrucola, dove erano insorte dispute relative alle diverse giurisdizioni. Il Pasi dovette pertanto procedere a misurazioni molto precise, che in questo caso la carta riporta: si tratta di raggiere di rette che si diramano dalle cime e le congiungono fra loro e con punti scelti accuratamente per lo più alla confluenza di corsi d'acqua. Su ciascuna retta è indicata la distanza fra gli estremi, calcolata sia in linea d'aria, sia in linea discendente: "passi 700 per linea piana – per linea dissendente sono passi n. 753", oppure "in piano sono passi n. 638 – passi n. 652 dissendendo", ecc. Sul modo di misurare le distanze ci soccorre, nella stessa busta, una *Copia della relazione di Alfonso del Corno, di Prospero Camoncola e di Marc'Antonio Pasi periti, eletti dal duca di Ferrara e stati a visitare e misurare i termini posti da Francesco Belli nelle Alpi fra Barga e Pieve Pelago*, datata 1569, anteriore alla carta, ma relativa ai medesimi luoghi. I tre periti, fra i quali compare il Pasi, scrivono: "... havemo diligentemente veduto, considerato et misurato tutte le distantie di detti termini con le pertiche per terra ... volendo misurare le dette distantie per linea visuale, che però non habbiamo potuto fare perfettamente...". Dunque le misurazioni venivano eseguite tramite pertiche direttamente sul terreno, mentre per le distanze in linea d'aria si presentava ancora qualche difficoltà. Nel complesso comunque il risultato delle misurazioni è una sorta di triangolazione, ancora meglio precisata dall'indicazione, su alcune linee rette, della direzione: su una, accanto al numero dei passi, compare l'aggiunta "sirocho", in altre l'iniziale T (tramontana), G (greco), ecc. (fig. 4). Non è infrequente, nel Cinquecento, questo genere di rilevamento eseguito con la bussola per collocare i luoghi geografici nello spazio tramite la direzione della rosa dei venti a partire da un punto centrale: un sistema particolarmente usato quando è possibile scegliere come origine delle raggiere un luogo elevato, come un monte o una torre. Con la bussola Leonardo eseguì i rilievi per la mappa di Imola, che, entro la circonferenza che racchiude il centro urbano e la campagna circostante, risulta divisa dalle direzioni degli otto venti o punti cardinali principali con i secondari indicati solo con piccole tacche sulla circonferenza. Anche Gemma Frisius si

[16] A.S.Mo., *Cancelleria Ducale. Confini dello Stato*, busta 68/a. Un titolo, apposto posteriormente e da altra mano, recita: "Disegno e misura dei confini con Barga, dive si veggono indicati Monte Alto, Monte della Verucola, il Fontanaccio; fatta in occasione della differenza insorta per avere quei di Barga fatto dei prigioni ne' Pascoli di Monte Alto". La carta è firmata con il monogramma di Marco Antonio Pasi reperibile assai di frequente nella sua cartografia, in questo caso posto in basso a destra entro un piccolo cartiglio. Datata 1580.

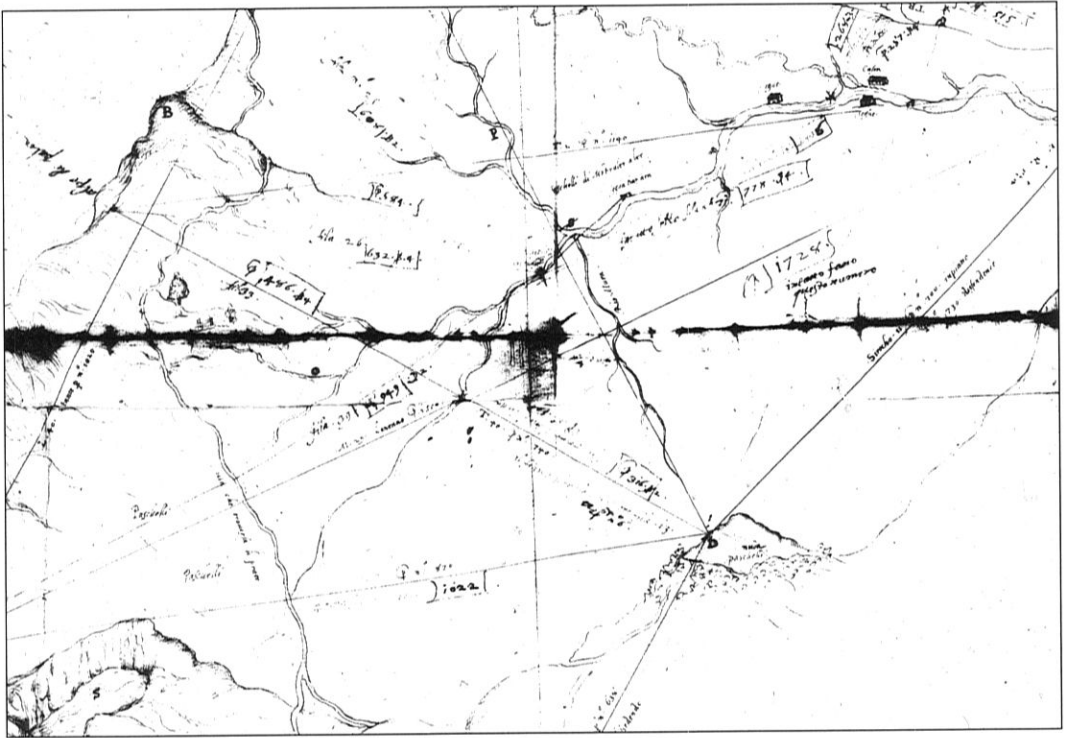



FIGURA 4) *Carta a grande scala di un tratto dell'Appennino modenese presso il Lago Santo, realizzata da Marco Antonio Pasi nel 1580.*

servì della bussola per rilevare dalla torre di Anversa la posizione di diverse località del Brabante (E.G.R. Taylor, 1930, pp. 145-148). In tutti questi casi il sistema consente di calcolare delle distanze, ma assolutamente nessuna altitudine.

Ritornando alla mappa del Pasi occorre osservare che, oltre alle misurazioni, tutta l'attenzione è concentrata su pochi elementi come i corsi d'acqua, il Lago Santo – scelti quasi come riferimenti per la determinazione delle distanze e delle pertinenze – e soprattutto prati e pascoli, evidentemente una delle poche risorse importanti di un'area di alta montagna, interessata dalla pastorizia transumante, quindi oggetto di dispute. Si aggiungono tre segherie lungo un corso d'acqua, a completare il quadro economico strettamente connesso con l'ambiente montano, anche se la rappresentazione riporta pochissimi segni di vegetazione naturale. Ma, diversamente da altre del medesimo autore, questa è una mappa decisamente tecnica, che poco concede all'illustrazione qualitativa del territorio. Qualcosa di simile si trova nei rilevamenti di tratti montani eseguiti nei medesimi anni da Cristoforo Sorte, percorsi anch'essi da raggiere di rette per la misurazione delle distanze, allo scopo di fissare confini di proprietà o altri dati

geografici: disegni eleganti che tratteggiano l'orografia con poche linee essenziali, coniugando un contenuto tecnico con un graficismo decisamente artistico (J. Schulz, 1990, pp. 82-85).

Brevi considerazioni conclusive

Il quadro che emerge dall'esame della cartografia a stampa e di quella manoscritta del Cinquecento relativamente all'elemento orografico si presenta assai articolato. Quasi nulla si conosce dell'alta montagna, che nella maggior parte dei casi non compare, oppure viene rappresentata in forme di pura fantasia, come del resto conferma tutta la letteratura dell'epoca riguardante in particolare la catena alpina. La montagna è soprattutto una barriera naturale e una frontiera fra genti e Stati diversi: di volta in volta ricopre il ruolo di separazione e di protezione, ma, attraverso i valichi che sono fra i pochi elementi segnalati ed evidenziati nelle carte geografiche, consente anche la comunicazione fra i due versanti e fra i popoli. Ne consegue un'importanza strategica riconosciuta e segnalata. La vita è più difficile e rischiosa che altrove e la sopravvivenza è garantita soltanto dall'esperienza e da opportuni accorgimenti. La durezza dei luoghi rappresenta una delle cause della scarsa urbanizzazione delle catene montuose, in particolare delle Alpi, che tuttavia sono punteggiate di villaggi di piccole dimensioni, strettamente connessi con le attività tipiche dell'ambiente: la pastorizia, lo sfruttamento delle foreste e delle risorse del sottosuolo, dove questo è possibile (N. Broc, 1989, pp. 66-67). Fra le popolazioni montane non manca, di quando in quando, un accenno a quella che oggi chiameremmo coscienza ecologica.

La cartografia, come la letteratura alpina, evidenzia l'estraneità nei confronti dei settori più elevati, ancora intangibili o raggiungibili soltanto a prezzo di grandissimi rischi e pertanto osservati da lontano o a volte del tutto sconosciuti perché coperti da altre cime inviolabili. Anche i cartografi, comunque, subiscono il fascino del paesaggio montano, che meraviglia e sgomenta al tempo stesso, e talvolta insistono, come i pittori, sulle forme più insolite, più scabre, sulle rocce dalle giaciture più varie, sui dirupi, talvolta invece sulle scene pastorali e sui villaggi che popolano le valli. In alcuni casi è effettivamente arduo tracciare una netta linea di demarcazione fra l'opera pittorica e il prodotto cartografico, anche perché può accadere che pittore e cartografo coincidano nella stessa persona.

Bibliografia

Opere umanistiche citate in originale:
BRAUN G., HOGENBERG F., *Civitates Orbis Terrarum*, Colonia Agrippina, 1572-1617, voll. 6;
Geographia Universalis vetus et nova complectens Claudii Ptolemaei Alexandrini enarrationis libros VIII.... Succedunt tabulae Ptolemaicae opera Sebastiani Munsteri..., Basileae, apud Henricum Petrum, 1540;
Geographia Cl. Ptolemaei Alexandrini olim a Bilibaldo Pirckheimherio traslata,...ad pristinam veritatem redacta a Iosepho Moletio Mathematico, Venetiis, apud Vincentium

Valgrisium, 1582;
Geographiae Universae ... Cl. Ptolemaei Pelusiensis ...libri octo ...auctore Io. Ant. Magino Patavino ..., Venetiis, apud Heredes Simonis Gallignani de Karera, 1596, tomi 2;
Geografia, cioè descrittione universale della Terra, partita in due volumi, nel primo de' quali si contengono gli otto libri della Geografia di Cl. Tolomeo, nuovamente con singolare studio rincontrati e corretti dall'eccel.mo Sig. Gio. Ant. Magini Padovano ..., in Venetia, presso Gio. Battista e Giorgio Gallignani, 1598;
GESNER C., *Libellus de lacte et operibus lactariis..., cum epistola ad Iacobum Avienum de montium admiratione*, Tiguri, apud Christophorum Froschouerum, 1541;
MAGINI G.A., *Italia*, Bologna, 1620;
ORTELIUS A., *Theatrum Orbis Terrarum*, Anversa, Plantin, 1595;
SIMLER I., *Vallesiae et Alpium descriptio*, Lugduni Batavorum, ex Officina Elzeviriana, 1633 (prima ediz. 1574).

Opere recenti:
ALIPRANDI L. e G., POMELLA M., *Le Grandi Alpi nella cartografia dei secoli passati, 1482-1865*, Ivrea, Priuli e Verlucca, 1974;
BOSIO L., *La Tabula Peutingeriana, una descrizione pittorica del mondo antico*, Rimini, Maggioli, 1983;
BROC N., *La Geografia del Rinascimento*, Modena, Panini, 1989 (prima ediz. francese 1986);
CASTI MORESCHI E., ZOLLI E., *Boschi della Serenissima. Storia di un rapporto uomo-ambiente*, Venezia, Archivio di Stato, 1988;
COOLIDGE W.A.B., *Les Alpes dans la nature et dans l'histoire*, Parigi, Payot, 1913;
ELEB-BAILLY A., *La troisième dimension, l'altitude*, in *Cartes et figures de la Terre*, Parigi, Centre Georges Pompidou, 1980, pp. 335-345;
FEDERZONI L., *Le Porte Cilicie*, in "Riv. Geograf. Ital.", LXXXI (1974), pp. 296-304;
FEDERZONI L., *Misure e simboli nella cartografia estense*, in DAMERI D. et AL., *La Bona Opinione. Cultura, scienza e misure negli Stati Estensi, 1598-1860*, Campogalliano, Museo della Bilancia, 1997, pp. 263-276;
FEDERZONI L., *La carta degli Stati Estensi di Marco Antonio Pasi. Il ritratto dell'utopia*, in *Alla scoperta del mondo. L'arte della cartografia da Tolomeo a Mercatore*, Modena, Il Bulino, 2001, pp. 241-276;
GARIMOLDI G. (a cura), *Dall'orrido al sublime. La visione delle Alpi*, Roma, Biblioteca del Senato, 2002;
Images de la montagne. De l'artiste cartographe à l'ordinateur, Parigi, Bibliothèque Nationale, 1984;
JOUTARD Ph., *L'invenzione del Monte Bianco*, a cura di P. Crivellaro, Torino, Einaudi, 1993 (ediz. orig. Francese 1986);
MATHIEU J., *Urbanizzazione nelle Alpi, dal XVI al XIX secolo*, in SCARAMELLINI G. (a cura), *Montagne a confronto. Alpi e Appennini nella transizione attuale*, Torino, Giappichelli, 1998, pp. 21-55;
MILANESI M, *Introduzione* in SIMLER I., *De Alpibus. Commentario sulle Alpi*, Firenze, Giunti, 1990, pp. XI-XXIV;
MILANO E., *La carta del Cantino*, Modena, Il Bulino, 1991;
NARDY J.-P., *Cartographie de la montagne de l'édifice divin au bas-relief terrestre*, in *Images de la montagne. De l'artiste cartographe à l'ordinateur*, op. cit., pp. 77-79;
NUTI L., *Misura e pittura nella cartografia dei secoli XVI – XVII*, in "Storia Urbana", anno XVII, n. 62 (1993), pp. 5-34;
ORTOLANI M., *Geografia della popolazione*, Milano, Vallardi, 1975;
Ptolemy's Geography. An annotated translation of the theoretical chapters, Princeton, Princeton University Press, 2000;

SCHULZ J., *La cartografia tra scienza e arte. Carte e cartografi del Rinascimento italiano*, Modena, Panini, 1990;
SERRA G.D., *Della denominazione di cime alpine dalle ore del giorno e della divisione medievale per horas del territorio cittadino e rurale nell'Italia superiore*, in SERRA G.D., *Lineamenti di una storia linguistica dell'Italia medioevale*, Napoli, Liguori, 1954, vol. I, pp. 111-126;
SIMLER I., *De Alpibus. Commentario delle Alpi*, a cura di C. Carena, Firenze, Giunti, 1990;
TAYLOR E.G.R., *Tudor Geography 1485-1583*, Londra, Methuen, 1930;
TOMASI G., *Il territorio trentino.tirolese nell'antica cartografia*, Ivrea, Priuli e Verlucca, 1997;
VIOLI F., *Lingua, folclore e storia nel Modenese*, Modena, Aedes Muratoriana, 1974.

UN "MUCCHIO DI TERRA": APPUNTI PER UNA STORIA DEL SIMBOLO DEL "CONO DI TALPA" NELLA CARTOGRAFIA ALPINA CINQUECENTESCA E SECENTESCA

Davide Papotti (*)

(*) Laboratorio di Geografia, Dipartimento di Studi Umanistici, Facoltà di Lettere e Filosofia, Università del Piemonte Orientale "Amedeo Avogadro" sede di Vercelli

Introduzione

Il periodo compreso fra il 1500 e il 1650 è caratterizzato da un certo gradiente di continuità grafica e da una sostanziale coerenza iconografica nella rappresentazione cartografica delle montagne. Nel contesto geografico alpino il simbolo più utilizzato nelle carte è quello imitativo detto "a cono di talpa", che rappresenta la *silhouette* di una montagna vista da una prospettiva rialzata ed obliqua, simile alla visione a volo d'uccello adottata nella rappresentazione delle città, della *imago urbi*. Il curioso nome di questo simbolo viene dalla somiglianza che esso possiede, nella sua natura ambigua di rappresentazione pittorica e di schematizzazione geometrica della forma, con i riporti di terra che si trovano nei pressi delle gallerie scavate dalle talpe. La stilizzazione dell'elevazione morfologica appare per l'appunto come un "mucchietto di terra", cioè, in scala di rappresentazione cartografica, un rilievo che si eleva su un indifferenziato sfondo di pianura.

Il cono di talpa, per la sua immediatezza comunicativa, per la sua efficacia iconografica, per la facilità del disegno, per la possibilità di essere replicato in serie, diventa una fattezza grafica ampiamente diffusa nel mondo della cartografia rinascimentale e moderna. Nella rappresentazione del cono di talpa, tuttavia, sono identificabili, attraverso uno spoglio comparativo, diverse oscillazioni grafiche e stilistiche. Tale varietà costituisce testimonianza di un processo di rappresentazione costantemente "in corso d'opera".

Molte varianti possono essere ricondotte ad un vero e proprio "stile grafico" di riproduzione di un autore. La maggior parte dei lavori dedicati all'analisi della cartografia alpina (ALIPRANDI, ALIPRANDI, POMELLA, 1977; CAPELLO, 1952; FERRAND, 1903; LAVIS-TRAFFORD, 1949; VALLOT, 1922) è costituita da studi regionali che si concentrano sull'evoluzione della rappresentazione di una particolare area della catena alpina. Questi lavori spesso sono repertori assai utili della

storia cartografica ed iconografica di una porzione di territorio, ma raramente essi affrontano con taglio metodologico l'utilizzo dei simboli nella rappresentazione dei rilievi, spesso riassumendo la problematica in poche parole: «Dalla cartografia tolemaica alla fine del diciassettesimo secolo, le montagne sono di norma rappresentate come piccoli coni simili a mucchi di talpa» (ALIPRANDI, ALIPRANDI, POMELLA, 1977, p. 87). D'altro canto, i manuali di cartografia e le storie della cartografia in generale normalmente dedicano poche note schematiche alla discussione della rappresentazione delle montagne (BARBER - BOARD, 1993, p. 14; LYNAM, 1953, pp. 38-41), ed in realtà non entrano in dettaglio nella discussione della differenziazione e delle varianti delle "montagne cartografiche". Fa eccezione in questo panorama l'unico lavoro monografico interamente dedicato all'analisi dei simboli cartografici utilizzati per la rappresentazione delle montagne (IMHOF, 1982), che fornisce un utile e documentato resoconto storico, pur senza entrare, per il taglio sintetico adottato e per la maggiore attenzione rivolta alla cartografia contemporanea, nel merito della disamina approfondita dei singoli simboli nella storia della cartografia. L'originale lavoro di Denis Wood dal titolo "Ogni segno ha una storia" (WOOD, 1992, pp. 143-181) è dedicato soprattutto alle tecniche utilizzate dai bambini per rappresentare le montagne. Wood inoltre utilizza un approccio comparativo al disegno cartografico mettendo in gioco anche rappresentazioni grafiche dei rilievi utilizzate, ma non si addentra in dettaglio nell'analisi dell'evoluzione dei simboli della montagna nella cartografia europea rinascimentale e moderna. Di notevole interesse è poi l'approfondito lavoro di Gino Tomasi *Il territorio trentino-tirolese nell'antica cartografia* (1997) che, mentre da un lato illustra con un'attenta ed esaustiva campionatura la storia della cartografia dell'area oggi appartenente al Trentino, all'Alto Adige e al Tirolo, dall'altro propone un'interessante ipotesi classificatoria delle tipologie di rappresentazione della montagna. Sui preziosi suggerimenti di Tomasi si tornerà poi qui di seguito scendendo maggiormente nel dettaglio metodologico.[1]

Questo intervento si concentra sui simboli grafici utilizzati da alcuni cartografi nella rappresentazione delle Alpi nel periodo compreso fra il 1500 e il 1650, cercando di porre le basi per una preliminare definizione tipologica. Non si pretende certo di avere sotto controllo un completo inventario delle mappe e delle rappresentazioni dell'epoca, ma nondimeno si vorrebbe delineare un processo evolutivo che, sullo sfondo della storia cartografica, segna un salto di qualità nell'utilizzo del simbolo detto "a cono di talpa". Questo tentativo di inventario primario dei simboli a "cono di talpa" si sofferma su tre principali categorie interpretative primarie: le varianti

[1] Si ringrazia vivamente il dott. Tomasi, già direttore del Museo di Storia Naturale di Trento, per la cortese segnalazione dei suoi studi effettuati in questo settore.

tipologiche, l'interazione con la cornice cartografica e il rapporto con gli altri simboli del tessuto cartografico. Anche se molte volte sembra inevitabile utilizzare il termine "evoluzione", dato anche che il periodo preso in considerazione delinea in incubazione lo sviluppo della "moderna attitudine scientifica", sembra forse più doveroso parlare, in prospettiva comparativa, di differenti risposte ad un medesimo problema di rappresentazione, di diversi gradi di realismo rappresentativo, di diversificati stratagemmi iconografici. In un periodo, come quello cinquecentesco e primo seicentesco, in cui il fascino grafico di una rappresentazione rappresenta un aspetto molto importante della produzione cartografica, in cui gran parte dell'informazione veicolata si basa sulla tradizione preesistente, ed il criterio qualitativo di rappresentazione prevale di norma sulla misurazione quantitativa dei dati, il simbolismo delle carte in generale, e quello correlato alla raffigurazione delle montagne in particolare, non mostra una forte tendenza verso la definizione di un ordine grafico standardizzato ed uniforme.

È evidente che un secolo e mezzo costituisce un arco di tempo relativamente difficile da sintetizzare in un singolo studio. Il percorso che collega l'inizio alla fine di questo periodo della storia della cartografia contiene diversi "salti in avanti", significative innovazioni e miglioramenti della produzione e in generale nell'"impulso alla mappatura" spresso dalle società attraverso un progressivo cammino di alfabetizzazione cartografica. Anche se la quantità di informazione relativa al rilievo alpino non aumentò drammaticamente durante questo arco di tempo, la rappresentazione del rilievo nondimeno mostrò segni di cambiamento e, in un certo senso, di irrequietezza grafica, legati all'affinarsi degli *standard* grafici e ai miglioramenti tecnici che furono applicati all'attività editoriale di cartografia. Si può parlare a questo proposito di "variazioni", nell'accezione musicale del termine. Anche se il "motivo" principale rimane invariato (la rappresentazione di un formidabile ostacolo morfologico che viene avvertito come una barriera ai trasporti e come un problema per il controllo logistico o militare del territorio), le differenti variazioni grafiche sul tema mostrano una notevole vitalità e una certa tendenza centrifuga. Esse invitano all'investigazione degli elementi ricorrenti e all'interpretazione del loro possibile significato.

P.D.A. Harvey, riassumendo efficacemente il cammino maestro della storia cartografica, parla di uno «sviluppo dai simboli alle immagini, e dalle immagini ai rilevamenti» (1980, p. 13).[2] Anche se l'elemento simbolico persiste ovviamente tutt'oggi e gioca un ruolo centrale nella cartografia contemporanea, la formula riassuntiva di Harvey ben coglie il lento passaggio dal predominio della componente allegorico-simbolica al primato del visuale, e più avanti ancora ad un livello di standardizzazione basato su leggi matematiche di proiezione e di ri-

[2] Questa, e tutte le seguenti traduzioni da testi in inglese, sono dello scrivente.

produzione. Nel periodo moderno, la perdita di immediatezza visiva e di qualità mimetiche del disegno è un processo costante: «Uno dei cambi più significatici che hanno luogo nelle carte topografiche a partire dal sedicesimo secolo è la costante tendenza a rimpiazzare semplici rappresentazioni paesaggistiche con segni e convenzioni grafiche che non necessariamente conservano un'origine pittorica» (HARVEY, 1980, p. 14).

Negli atlanti tolemaici la rappresentazione dell'arco alpino presenta molte varianti, che si innestano su un generalizzato uso di demarcazione attraverso linee alternate o accompagnate tratteggiatura o da colorazione. La presenza di una barriera fisica è ben segnalata, ma vi è poca attenzione nel riprodurre mimeticamente la forma delle montagne nel disegno e nel suggerire la natura del rilievo attraverso appropriati simboli. Vi sono diverse forme di rappresentazione grafica del rilievo alpino nei differenti codici tolemaici del Quattrocento e del Cinquecento: lineare, areale, a macchia di leopardo, ecc. Quella più vicino al profilo del "mucchio di talpa" rappresenta una serie a catena di piccoli coni, come avviene, ad esempio, nell'edizione del 1513 della *Geographia* tolemaica prodotta a Strasburgo da Waldseemuller (cfr. LAGO, 1992, vol. I, 127) oppure nella tavola VI dell'Europa, quella relativa all'Italia, dell'edizione veneziana del 1511 di Bernardo Silvano da Eboli (cfr. LAGO, 1992, vol. II, 42). Questo particolare tipo di rappresentazione può avere due varianti: una in cui la catena dei piccoli coni è circondata da una linea di contorno che funziona da "confine", ed un'altra in cui l'estensione dell'area montuosa è segnata solamente dalla presenza dei coni. Un esempio della prima forma si trova nella tavola VI dell'Europa della *Geographia* prodotta a Roma nel 1478 da Arnoldo Buckinck (in LAGO, 1992, vol. II, 34).

Il simbolo "a cono di talpa"

Il protagonista della storia della rappresentazione cartografica nell'era moderna rimane comunque il simbolo del "cono di talpa". Il simbolo "a cono di talpa" si affermò progressivamente come la modalità più diffusa per la rappresentazione del rilievo alpino nei secoli XVI e XVII. Il successo iconografico del cono di talpa può essere forse ascritto anche alla linea di continuità che esso disegna con la tradizione pittorica paesaggistica del Trecento e del Quattrocento. Le montagne che appaiono nello sfondo di diverse composizioni di questo periodo adottano una stilizzazione che suggerisce la distanza e la profondità prospettica, sono semplificate nei contorni, rese uniformi dalla rappresentazione seriale, e richiamano in fondo il simbolo del "cono di talpa", ponendo le basi di una "alfabetizzazione visuale" che viene sfruttata dalla cartografia, vista anche la contiguità produttiva fra botteghe di pittori e laboratori cartografici: «Era in laboratori non specialistici che raggruppavano artisti grafici di ogni tipo, fossero essi pittori, miniaturisti, decoratori, che questo tipo di mappe veniva prodotto» (WOODWARD, 1996, p. 8).

Molti cartografi aggiunsero un "tocco personale" al successo del simbolo del

cono di talpa durante la prima metà del Cinquecento, un periodo, cartograficamente parlando, di transizione, durante il quale le *Tabulae Novae* degli atlanti tolemaici cominciano a prevalere sulle tavole tradizionali, e nel quale la produzione di singole mappe stampate su un foglio libero divenne un'attività commerciale di gran successo. Il lavoro del cartografo Pietro Coppo, per esempio, è un esempio di elaborazione di uno stile personale da parte di un geografo che ha adottato il simbolo del cono di talpa per la rappresentazione cartografica della montagna. I coni delle carte di Coppo sono molto convessi, densamente raggruppati, sovrapposti l'uno all'altro.

Nonostante sia difficilmente discutibile la tesi che il simbolo a "cono di talpa" sia il più diffuso, per la rappresentazione cartografica delle montagne, fra quelli utilizzati dai cartografi nel corso del sedicesimo e del diciassettesimo secolo, questa "supremazia" non impedisce certamente la sopravvivenza e lo sviluppo di altre metodologie di rappresentazione, che rappresentano da una parte un retaggio dell'eredità delle carte tolemaiche, e dall'altro l'esito di sperimentazioni grafiche di singoli autori o di singole scuole. Rappresentazioni più tendenzialmente realistiche e "drammatiche" delle forme delle montagne, con la presenza di picchi acuminati, di ripide pareti scoscese e di torri isolate, vengono utilizzate ad esempio nella carta di Giovanni Andrea Vavassori, detto Guadagnino, pubblicata per la prima volta nel 1539 ed immediatamente ripubblicata, visto il successo commerciale, nel 1541 (LAGO, 1992, vol. II, 120-121).[3] Il mondo della rappresentazione cartografica è comunque un mondo fatto di sottili varianti e di continue fughe centrifughe. Non si può parlare di un simbolo realmente considerabile come "standard", ma piuttosto di una costellazione di varianti che contribuiscono a creare una "area grafica" di riferimento all'interno della quale posizionare la propria personale versione, anche secondo una specifica inclinazione artistica. Per questo ogni tentativo di catalogazione dei segni si scontra con numerose variabili e con continue moltiplicazioni di fattori in gioco.

Anatomia di un simbolo

In una mappa, la scelta di un particolare tipo di espressione grafica come simbolo destinato ad indicare la presenza di montagne è insieme un problema grafico ed una questione geografica. Non si può comprendere il ruolo di un simbolo all'interno di un sistema cartografico senza tenere in considerazione la relazione fra il gradiente di accuratezza del dato geografico sotteso alla costruzione della carta e la necessità di dover selezionare la quan-

[3] Il fatto che la mappa sia una carta nautica rende lo sforzo di innovazione grafica ancora più significativo. Lo scopo primario della carta era infatti quello del fornire informazioni sulle coste e sui percorsi marini. Essendo in questa prospettiva l'area montana meno importante e geograficamente "marginale", l'incisore probabilmente ha potuto più agevolmente sperimentare in direzione creativa lèlaborazione grafica.

tità di informazione da immettere nel prodotto finale. Le varie fasi storiche nella evoluzione della cartografia si accompagnano a differenti gradienti di accuratezza e di precisione, che si traducono in un diverso grado di "pressione cartografica" sull'apparizione grafica. Ogni mappa, antica o moderna, rappresenta il risultato di questo obbligato passaggio attraverso lo stretto imbuto cartografico che filtra le informazioni e le decorazioni potenzialmente utilizzabili, asse mediano di un'oscillazione pendolare fra la necessità di fornire informazioni ed il bisogno di conservare chiarezza espositiva. Il processo passa attraverso la scelta di ciò che va incluso nel disegno cartografico (e quindi, specularmente, di ciò che viene "taciuto") e la messa a punto delle modalità grafiche per esprimerlo.

Nel periodo storico in cui prevale la rappresentazione cartografica del "cono di talpa", le alte quote e i picchi montani erano regioni pressoché sconosciute. Per le aree montuose, la "pressione quantitativa" delle informazioni da convogliare nel disegno grafico era relativamente bassa, e lasciava spazio ad un'interpretazione grafica esteticamente espressiva e aperta ad orientamenti, inclinazioni ed interessi personali. A titolo esemplificativo David Woodward parla di Jacopo del Massajo, il cartografo toscano del secolo quindicesimo, affermando che «le sue mappe rivelano una eccellente padronanza della geografia della regione, ed in particolare una piena comprensione del sistema idrografico e orografico» (WOODWARD, 1996, p. 7). Per riprendere la metafora musicale introdotta in precedenza, si potrebbe affermare che, così come il direttore d'orchestra può manifestare una spiccata sensibilità nei confronti di certe parti dell'insieme orchestrale (i fiati, per esempio, o gli archi, o le percussioni), il cartografo rinascimentale, nell'organizzare la trama matematica e il portato visuale della propria opera, può dimostrare una particolare inclinazione dell'attenzione verso determinate fattezze (le coste, ad esempio, le città, i mari, le montagne, ecc.). Anche per questo motivo siamo ben lontani dal poter parlare di un singolo simbolo "standard" a "cono di talpa; si assiste piuttosto ad una proliferazione di differenti modalità grafiche con notevoli differenze e diversi orientamenti: «Non solo nei primordi delle produzioni cartografiche, ma con notevole distacco dai ritmi evolutivi di questa attività, la rappresentazione della montagna, proprio perché considerata come una presenza naturale non partecipante alle indispensabili immediatezze umane e per di più restia ad un facile trasferimento figurativo, subisce in modo variatissimo l'estro inventivo degli autori» (Tomasi, 1997, p. 139). È assai difficile trovare un criterio univoco di interpretazione e classificazione di tutte la forme che possono essere fatte entrare nell'allargata famiglia dei "coni di talpa", che si estende per più secoli nella storia della cartografia. Occorre infatti tener presenti allo stesso tempo differenziazioni di tipo grafico, di tipo quantitativo, di tipo artistico, di serialità, ecc. Il tentativo più organico di strutturazione di questo "album di famiglia" cartografico appare quello di Tomasi, che identifica nel suo lavoro sulla cartografia trentino-tirolese tre categorie principali di indagine che fondino i prolegomeni di una «tipologia iconogra-

fica della montagna»: la visualità, la morfologia e la tecnica del disegno (1997, p. 144). Se la visualità presenta tre possibili dimensioni prospettiche (zenitale, semi-prospettica o a volo d'uccello, prospettica), la difficoltà di esaurire tutte la varianti della morfologia produce ben 21 categorie differenti, di cui sei all'interno della specifica tipologia del "cono di talpa" (a cono di talpa regolare, a cono di talpa arrotondato, a cono di talpa dentato o inciso, a cono di talpa troncato o spianato alla sommità, a cono di talpa variamente irregolare o tormentato, a coni di talpa associati o allineati).[4] Per quanto riguarda la tecnica del disegno Tomasi distingue sette categorie in base alle tipologie del contorno, del tratteggio e dell'ombreggiatura. Si comprende facilmente come l'incrocio fra le diverse combinazioni possibili e la stessa possibile coesistenza di diverse tipologie all'interno della medesima mappa rendano il quadro classificatorio assai complesso. Le conclusioni di Tomasi hanno comunque il pregio non indifferente di cogliere con accuratezza il bisogno di riflettere sulle tipologie, sulle possibili categorizzazioni, su una "sistemica classificatoria del cono di talpa". Operazione che rappresenta anche, al di là dello sforzo ordinatore, l'occasione per un'utile riflessione sulla storia e sulle valenze del segno stesso. Qui di seguito si propongono alcune ulteriori considerazioni relative alle possibile classificazione tipologica del "cono di talpa": solo apparentemente un segno semplice, quasi infantilmente imitativo, ma in realtà un "mucchietto di terra" ricchissimo di informazioni sull'immagine della montagna e sui meccanismi della cartografia.

Tipologie del simbolo a "cono di talpa"

All'interno di un'ipotesi di categorizzazione del simbolo del "cono di talpa" è possibile identificare quattro ambiti principali di indagine:

1) la dimensione del simbolo;
2) la forma del simbolo;
3) l'utilizzo delle tecniche di sfumo;
4) l'utilizzo del colore.

Il simbolo "a cono di talpa" può apparire in molte forme e combinazioni differenti, riproducendo sulla mappa i vari aspetti del rilievo fisico. Il fascino di questo simbolo è in buona parte radicato nella sua natura imitativa. In un'era in cui l'apprezzamento delle carte era di natura più spiccatamente qualitativa ed evocativa che quantitativa ed informativa, il cartografo poteva utilizzare questo simbolo per catturare e stimolare l'immaginazione del lettore. La sua qualità mimetica lo rendeva adatto a far scattare nella mente del lettore/spettatore le qualità morfologiche e visuali di un paesaggio montuoso. Il simbolo "a cono di talpa" è parte integrante di una "atmosfe-

[4] Nell'esemplificazione iconografica che riproduce esempi tratti dalla cartografia, le categorie di Tomasi si differenziano ulteriormente, introducendo anche le seguenti sottovoci, risultato di un incrocio delle diverse possibilità grafiche e di posizionamento: "coni di talpa arrotondati e irregolari, coni di talpa concatenati e tormentati, coni di talpa radi e arrotondati, coni di talpa isolati, coni di talpa concatenati" (1997, pp. 138 e 140).

ra" cartografica che è radicata prioritariamente nelle modalità visuali di evocazione più che nella sostituzione simbolica di un oggetto reale con la sua rappresentazione convenzionale.

1) La dimensione del simbolo

Nella prevalente dimensione qualitativa della cartografia rinascimentale, l'ampiezza grafica del simbolo raffigurante le montagne non è correlata ad una misurazione reale dell'altitudine o della distanza: «La ricusa all'impegno di rappresentare le reali estensioni e volumetrie dei monti, accompagnata sempre dalla libertà di trasfigurazione concessa da una categoria naturale in gran parte poco accettata e conosciuta, giustifica la varietà di segnature e la loro collocazione» (TOMASI, 1997, p. 141). Libero dalla maggior parte delle convenzioni grafiche della moderna rappresentazione scientifica, basate su modelli matematici, il cartografo era in grado di utilizzare la grandezza del simbolo raffigurante la montagna per esprimere in maniera mimetica le sue dimensioni reali, pur senza alcuna pretesa di accuratezza proporzionale. Si possono pertanto trovare, nella maggior parte delle rappresentazioni cartografiche, simboli di "coni di talpa" di diverse dimensioni, ad indicare per suggestione montagne di differenti altitudine ed estensione. Occorre pure tenere in considerazione, riprendendo le riflessioni sul rapporto fra riproduzione delle fattezze geografiche ed esigenze grafiche sopra accennate, che l'utilizzo di simboli a "cono di talpa" di discrete dimensioni può essere anche un espediente grafico, un modo per riempire gli spazi marginali della carta: «Questa costante rinuncia a raffigurare la montagna con correttezza topografica e con morfologie ispirate alla reale conformazione, autorizza a ritenere che, fino al secolo XIX, era norma costante dei cartografi quella di simbolizzare le elevazioni montuose in funzione non della loro importanza, che evidentemente non faceva parte delle attese di chi la usava, ma come riempitivo di spazi cartografici non occupati dai segni abitativi dell'uomo, oppure come simbolico presidio di una realtà che, nel caso della cartografia alpina, si presenta come costante presenza per chi intende leggere la sua composizione figurativa» (TOMASI, 1997, p. 139). A volte, se una catena montuosa è localizzata nei pressi del bordo della mappa, i simboli tendono a diventare sempre più larghi man mano che ci si avvicina agli estremi.

La grandezza di un simbolo raffigurante una montagna rappresenta comunque, in certi casi, una modalità immediata ed efficace per concedere un particolare risalto ad una cima o ad un gruppo montuoso. Tale risalto è spesso associato alla presenza dell'oronimo. Nella mappa *La nova descrittione di tutta la patria del Friuli diligentissimamente esposta per M. Pyrhho Ligorio Napoletano*, ad esempio, alcuni coni di maggiori dimensioni emergono da un sistema indifferenziato e lineare di "mucchi di talpa": ad ognuno di questi simboli "maggiori" viene associato un nome, in un reciproco rapporto di rafforzamento del messaggio: il nome contribuisce ad isolare una fattezza fisica rilevante, e quindi a giustificarne la preminenza dimensionale, e, viceversa, la preminenza dimensionale giustifica e valorizza il ricorso alla informazione toponomastica (cfr. figura n. 1).

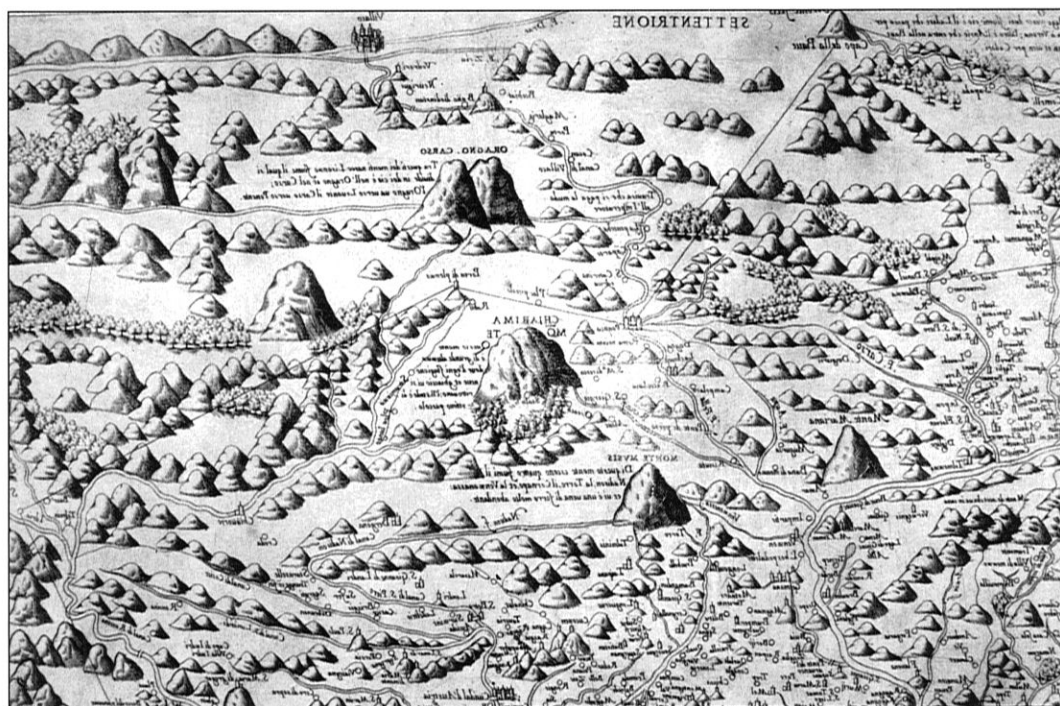



Figura 1) *Pirro Ligorio, La Nuova Descrittione di Tutta la Patria del Friuli (dettaglio), 1563 (Chicago, Newberry Library, Novacco Collection).*
Il progetto grafico e illustrativo di Pirro Ligorio enfatizza una differenziazione dimensionale dei mucchi di talpa (le montagne più grandi sono rappresentate da simboli di maggiori dimensioni e maggiormente elaborati nella forma), l'allineamento delle catene montuose attraverso una serie di simboli accostati, una stretta interazione con la simbologia che rappresenta la rete idrologica e con quella che indica la copertura forestale. Piccoli "siparietti" testuali inframmezzati al disegno completano il portato informativo della rappresentazione.

2) La forma del simbolo

Il "cono di talpa" può apparire in molte forme differenti, ad imitazione sulla mappa delle diverse morfologie presenti sul terreno o dei diversi possibili punti di osservazione del paesaggio montano. La forma del tratteggio ondulato, della piccola "onda" grafica che riproduce l'elevazione dei versanti di una montagna e il loro culminare in una cima può differenziarsi per l'inclinazione, per l'ampiezza dell'arco disegnato, per la sua altezza, per la regolarità, per la simmetria dei due versanti, per la forma arrotondata o a cuspide (per quanto riguarda il singolo segno) ed inoltre per la serialità, per l'allineamento, per la distanza fra un segno e l'altro (per quanto riguarda il rapporto dei vari "coni" fra di loro).

3) L'ombreggiatura

L'ombreggiatura viene utilizzata in cartografia per incrementare l'efficacia grafica del disegno. La forma di om-

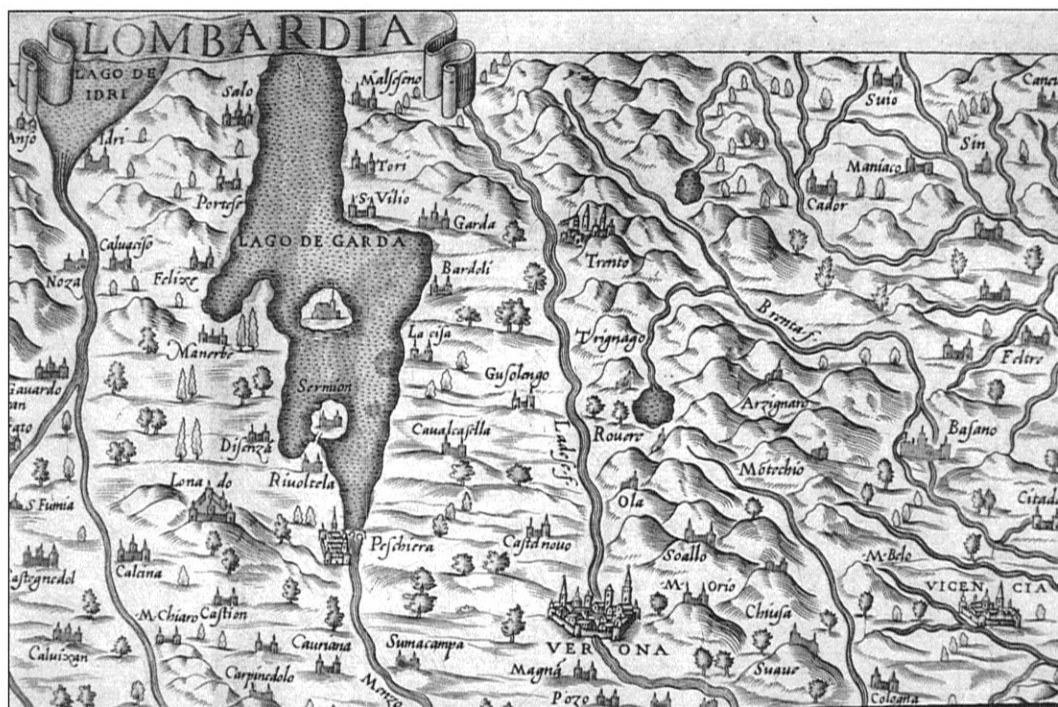



Figura 2) *Anonimo, Lombardia (dettaglio), metà del XVI secolo (?) (Chicago, Newberry Library, Novacco Collection).*
Nella rappresentazione il simbolo raffigurante la città interagisce con i mucchi di talpa posizionandosi in alcuni casi sulla cima del cono, ad indicare una localizzazione in quota dell'abitato. Particolare il caso di Trento: il simbolo urbano viene situato, seminascosto, fra due mucchi di talpa, ad indicare una posizione di fondo valle chiusa fra le alte montagne circostanti.

breggiatura più convenzionale prevede convenzionalmente un'illuminazione proveniente dall'angolo superiore sinistro della carta, così che la maggior parte dei coni di talpa appare ombreggiata sulla destra dell'osservatore. L'intensità e l'accuratezza dell'ombreggiatura variano considerevolmente nei singoli casi; l'utilizzo di questa tecnica fa parte della stessa filosofia mimetica ed iconografica che è alla base del simbolo, cioè la riproduzione sulla carta degli effeti visuali, in questo caso di luce e di ombra, che possono essere osservati nella realtà.

4) Il colore del simbolo

L'uso diffuso del colore nella rappresentazione cartografica rappresenta una acquisizione relativamente acquisizione, ma nondimeno è da calcolare, nella disamina delle possibili varianti di apparizione del "cono di talpa" la prassi decorativa, già rinascimentale, che portava all'abbellimento cromatico delle carte, con attribuzione di colori alle varie fattezze del territorio.

Il "cono di talpa" all'interno della cornice cartografica

La classificazione e la comprensione della simbologia del "cono di talpa" non può semplicemente basarsi sulle variabili del singolo segno, ma deve fare i conti con il suo inserimento in un complesso tessuto cartografico e nel relativo codice espressivo e semiologico. In questo paragrafo verranno dunque prese in considerazione alcune variabili introdotte dalla correlazione fra il simbolo a "cono di talpa" e due elementi della rappresentazione cartografica: la scala e la strategia compositiva.

1) La scala geografica e la rappresentazione delle montagne

La scala di una mappa costruisce una distinzione preliminare per la comprensione della rappresentazione delle montagne. Il concetto stesso di scala era di grande importanza nella definizione del lavoro del cartografo rinascimentale e, anche al livello di discussione teorica, era al centro dell'attenzione dei geografi (WOODWARD, 1996, 5-7). Mentre da un lato la tradizione iconografica degli atlanti tolemaici era concentrata soprattutto sulle piccole e medie scale (rappresentazioni di vaste porzioni del territorio terrestre) e poteva perciò fare affidamento su una tradizione consolidata di rappresentazione schematica di paesaggi montani relativi a macro-regioni, il consolidarsi di una corografia a scala maggiore apre le porte alla possibilità di raffigurare nel dettaglio aree montuose ben delimitate, quando non addirittura singoli gruppi alpini. Questa rinnovata opzione, comunque, non comportò automaticamente l'instaurarsi nella cartografia a media-grande scala della prassi di una maggiore accuratezza nella rappresentazione delle fattezze fisiche. Più semplicemente si trattava di un'ulteriore possibilità di espressione della libertà grafica creativa nella raffigurazione dei paesaggi montani.

La flessibilità posseduta dal simbolo a "cono di talpa" può contribuire a spiegare la sua sopravvivenza ed il suo successo nelle carte del sedicesimo e diciassettesimo secolo, sia a grande sia a piccola scala. Il profilo stilizzato di una montagna può facilmente entrare a far parte della rappresentazione dell'immagine di un continente così come nel ritratto di una specifica regione, indicando la posizione – ed eventualmente alcune delle caratteristiche – del rilievo montano di una certa area.

2) La localizzazione del "cono di talpa" nella rappresentazione cartografica

Similmente a quanto avviene nell'analisi degli elementi geografici del territorio, anche in cartografia vi sono due importanti criteri di posizionamento da prendere in considerazione quando si analizza l'aspetto grafico di un segno: il suo "sito", cioè la sua precisa ubicazione nel disegno cartografico, e la sua "posizione" cioè la sua localizzazione all'interno dell'intero sistema simbolico e semiotico, analizzabile solo in prospettiva comparativa nell'interazione con gli altri elementi presenti sulla carta.

Le carte a piccola scala del sedicesimo e diciassettesimo secolo non dedicano

particolare attenzione all'esatta localizzazione dei sistemi montuosi. L'enfasi concessa alla rappresentazione visuale della barriera fisica alpina prevale sul bisogno di una precisa localizzazione dei singoli gruppi montuosi. Ciò che appare è generalmente uno schizzo sintetico della catena, un semicerchio che circonda l'Italia settentrionale.

La presenza di simboli raffiguranti le montagne, come si diceva in precedenza, è sovente "confinata" ai bordi della mappa, dove la competizione grafica con gli altri elementi (toponomastica, idrografia, rete urbana, ecc.) tende a diradarsi. La "espulsione" ai margini dei simboli raffiguranti la montagna (simboli che tendono ad essere graficamente "invadenti" e totalizzanti, specialmente qualora essi siano ombreggiati) è anche correlata alla identificazione dei confini. Un bell'esempio di questa interazione fra posizione marginale sulla carta ed esclusione dell'accuratezza descrittiva è offerta dalla mappa della Francia di Giovanni Andrea Vavassore (1536), derivata da quella prodotta da Oronce Fine (KARROW, 1993, pp. 175-177). Le Alpi, divise in due principali catene montuose – la più settentrionale chiamata *Adulas Mons* e la più meridionale *Alpes* – sono rappresentate con piccoli segni simili a quelli utilizzati per i gruppi montuosi della Francia sud-orientale. Solo al di là del Reno, storico confine fra la civiltà francese e quella germanico-centro europea, rimane spazio per un grande cartiglio, e, immediatamente sotto di quello, per una serie di simboli a "cono di talpa" di maggiore accuratezza grafica e di maggior effetto drammatico e mimetico dell'aspro paesaggio alpino. Il contrasto fra la rappresentazione delle Alpi ad ovest del passo del Gottardo ed il disegno di quelle poste ad est di esso è fortissimo, e va ben al di là, a causa delle esigenze grafiche, delle differenze reali nelle fattezze fisiche. (una riproduzione delle due mappe è presentata in KARROW, 1993, pp. 632-633).

Interazioni fra il simbolo a cono di talpa e altri simboli cartografici

Insieme alle caratteristiche intrinseche del simbolo ed alla comprensione della sua localizzazione all'interno del sistema segnico della carta, vi sono altri strati di informazione cartografica che interagiscono con la rappresentazione delle montagne. In particolare appare doveroso soffermarsi sulla interazione fra la simbologia delle montagne ed altri quattro serbatoi informativi, relativi sia alla geografia fisica sia a quella antropica:

1) l'utilizzo, la frequenza e l'accuratezza dei nomi di luogo;
2) la rappresentazione dell'idrografia;
3) la simbologia relativa alle città;
4) la rappresentazione delle linee confinarie, sia statali sia regionali.

1) L'utilizzo, la frequenza e l'accuratezza dei nomi di luogo

I toponimi sono una componente testuale fondamentale per la comprensione del contenuto grafico di una carta, ed essi stessi sono una delle caratteristiche più specifiche del prodotto cartografico, se osservato a confronto con le rappresentazioni pittoriche e fotografiche.

L'inevitabile necessità di selezionare l'informazione scritta da riprodurre sulla carta fa sì che la scelta effettuata diventi rappresentativa del livello di conoscenza geografica che caratterizza il contesto culturale di produzione e anche, come riflesso indiretto, la società del tempo in generale, così come anche delle personali inclinazioni del cartografo. La scelta degli elementi che ottengono il privilegio di una menzione scritta, il potere di un'illustrazione denominante, possono contribuire a spiegare la "filosofia cartografica" che sta dietro la realizzazione grafica. Sono tre le principali categorie di toponimi che competono per apparire nel già graficamente denso tessuto di una carta raffigurante regioni montuose: i nomi di regione, i nomi dei valichi e dei passi ed i nomi delle cime. Mentre i primi due appaiono relativamente presto nella storia della cartografia moderna (il valico è il primo vero elemento utile da conoscere all'interno di un sistema alpino percepito come barriera), l'ultimo è di norma limitato, fino alla fine del diciottesimo secolo, a pochissimi oronimi.

Un altro importante criterio di definizione dell'informazione testuale prodotta da una carta è la lingua adottata nell'informazione testuale. Le possibili scelte da parte del cartografo rinascimentale sono tre: a) definire il toponimo nella propria lingua, magari adattando o forzando il toponimo straniero; b) fornire il nome nella lingua locale (sia in senso locale – toponimo dialettale – sia in senso nazionale - toponimo in lingua straniera se la montagna si trova in territorio extra-nazionale); c) fornire il nome in latino, una sorta di "lingua franca" del mondo della cultura dell'epoca, accessibile e comprensibile ad ogni persona colta, e dotata, a fronte dei rispettivi linguaggi nazionali, di minori implicazioni politiche. La scelta, come sempre, in un mondo meno rigidamente scientifico e categorizzante di quello attuale, non è mai esclusiva, e possono presentarsi facilmente soluzioni ibride in cui le varie strategie coabitano senza particolari problemi di coerenza informativa. Insieme ad una più generale "strategia geografica" nello scegliere quali toponimi includere, esiste dunque una strategia "linguistica" nel decidere quale lingua o quali lingue utilizzare per il corredo toponomastico. Il valore strategico di una lingua è ancora più evidente nella parte testuale maggiormente visibile, quella del cartiglio contenente il titolo, le dediche, le informazioni di base sulla carta. La scelta di una lingua possiede anche un valore insieme storico ed editoriale, qualora associata ad una pretesa implicita di modernità: «Un'altra indicazione del desiderio di essere moderni ed indipendenti dall'autorità classica è l'uso comune del vernacolo italiano al posto del latino nei titoli delle mappe e nelle legende [...]» (WOODWARD, 1996, p. 20).

Un altro aspetto tecnico dell'uso dei toponimi è legato alla posizione del nome scritto o stampato sulla carta in relazione all'oggetto simbolico cui si riferisce. In questo senso la prassi comune di posizionare l'oronimo alla base del simbolo a "cono di talpa" può forse essere interpretata come il riflesso di una prospettiva di osservazione delle montagne effettuata "dal basso".

Se, come afferma David Woodward, «la transizione dalla veduta pittorica alla mappa non portò con sé solamente una variazione nell'angolo di osservazione ma anche l'aggiunta di toponimi, trasformando una rappresentazione generica in un ritratto specifico» (1996, p. 8), il limitato numero di toponimi riportato dalle mappe nelle aree alpine sembra associare a queste ultime un approccio conoscitivo adeguato ad una categoria spaziale percepita come generica. All'interno del territorio della mappa, le catene montuose sono le ultime ad assoggettarsi a quell'opera di addomesticamento che è espressa dalla denominazione, dall'azione del conferire un nome – una qualità prettamente antropica – ad una fattezza fisica. Le montagne rappresentano dunque un'area di "resistenza visuale" che solo con riluttanza e gradualmente accondiscende ad essere ricoperta dallo strato informativo della toponomastica; la precisione secca un nome di luogo fa perdere allo spazio rappresentato l'indifferenziata appartenenza ad una tipologia paesaggistica, per consegnarlo ad una più complessa geopolitica.

2) La rappresentazione dell'idrografia

La segnalazione delle sorgenti, dei corsi d'acqua e dei fiumi è strettamente correlata all'accuratezza data alla descrizione dei gruppi montuosi. La posizione, la forma e le dimensioni dei laghi alpini e prealpini possono inoltre giocare un ruolo importante nella rappresentazione delle montagne.

L'informazione idrografica delle mappe basate sulla *Geographia* di Tolomeo è assai poco accurata: «[...] per i fiumi il percorso è del tutto arbitrario, giacché Tolomeo non indica che la posizione della foce, eccezion fatta per il Po» (LAGO, 1992, p. 49). Tuttavia, a partire dal *Codex 4111* (354) della *Bibliothèque de Nancy* (1417), fra i nuovi elementi introdotti nella tradizione latina dei codici vi è una più diffusa attenzione ai fiumi, all'itinerario disegnato dal loro corso ed ai loro nomi (LAGO, 1992, 50).

Il problema geografico rappresentato da un'esatta identificazione della localizzazione delle sorgenti del Po costituisce l'equivalente, *si parva licet componere magnis*, alla ridotta scala della penisola italica, della a lungo discussa problematica delle sorgenti del Nilo, sottolineata già nel testo tolemaico. Il fiume Po è in effetti il più lungo della penisola, ed il problema delle sue origini fu a lungo dibattuto dai geografi e dai cartografi del tempo. Per questa priorità dimensionale e per la sua illustre tradizione di apparizione nei testi della letteratura classica e della letteratura rinascimentale, il Po ottiene il ruolo di "apripista", di pioniere nella progressiva conquista toponomastica della rete idrografica alpina. Il processo di denominazione dei fiumi, accanto al più tradizionale problema grafico del dover disegnare il loro corso, soprattutto quello iniziale, in mezzo alla simbologia dei "coni di talpa", a sua volta tende ad influenzare la rappresentazione delle montagne, dal momento che conferisce particolare valore ad una vetta nei cui pressi sia localizzata una sorgente.

3) I simboli della città

La rappresentazione di un insedia-

mento urbano nella cartografia rinascimentale, preferibilmente in una carta a grande scala, è realizzata in modo mimetico ed evocativo attraverso un riferimento grafico alla semplificata *silhouette* di un paesaggio urbano, un profilo cinto di mura e composto di edifici addensati uno accanto all'altro, di torri e di campanili, una piccola "isoletta urbana" in mezzo al territorio. Una delle interazioni più interessanti fra la rappresentazione delle montagne e il resto dell'informazione cartografica presente su una mappa avviene proprio fra i simboli a "cono di talpa" e i simboli della cerchia urbana, nel tentativo di riprodurre, attraverso la localizzazione di quest'ultimo, il rapporto fra l'insediamento umano e l'ambiente fisico circostante. Uno degli esempi più interessanti, nell'arco alpino, è rappresentato dalla raffigurazione della città di Bergamo, in Lombardia. La città vecchia sorge infatti sulla cima di una ripida collina che si eleva proprio sul fronte della pianura, acquisendo pertanto un notevole rilievo visuale e panoramico. Essa emerge infatti con nettezza dal paesaggio circostante, e può essere contemplata anche da grande distanza, assisa in questa sua posizione di dominio sul territorio. La risposta cartografica a questa tradizionale iconografia della città, stilema che può essere riscontrata in molta cartografia cinquesecentesca, è espressa dalla scelta di posizionare il simbolo della città sulla cima del cono di talpa, stabilendo in questo modo una precisa correlazione fra due differenti portati informativi da convogliare al lettore (la presenza della città e la presenza della elevazione morfologica). In questo caso l'elemento fisico (la montagna) diventa importante, ed è conseguentemente enfatizzato dal punto di vista grafico, in virtù dell'insediamento umano su di esso localizzato. La presenza del simbolo turrito architettonico che indica la città fa sì che il piccolo "cono di talpa" sia in questo modo distinto da tutti gli altri, che contribuiscono in maniera indifferenziata a rappresentare il bastione prealpino lombardo.

Un'altra possibilità di interazione fra il simbolismo relativo alle fattezze fisiche del paesaggio ed il simbolismo correlato agli insediamenti umani è espressa nella rappresentazione cartografica della città di Trento. Insediamento storico lungo la valle dell'Adige, nella omonima regione trentina, la città è circondata da alte elevazioni montuose, ed occupa una striscia di terra relativamente stretta sul fondovalle alluvionale. Nella tradizione cartografica tale posizione viene talvolta espressa, a partire dalla metà del Cinquecento circa, con un simbolo che rimane parzialmente nascosto agli occhi dal lettore, che sbuca fuori dietro ad un "cono di talpa"; con, immediatamente alle spalle, subito un altro cono. La posizione valliva è così efficacemente espressa attraverso l'interazione fra il simbolo urbano e il simbolo orografico.

Il dialogo fra le due categorie di simboli, oltre a rappresentare una piacevole variazione dei dettagli iconografici della carta, è inoltre significativo nella presente prospettiva di studio, perché dimostra la possibilità, da parte del cartografo, di pensare i simboli della montagna non come astratti segni grafici, ma

piuttosto come riproduzioni il più possibile fedeli della fattezza fisica corrispondente, ricreazioni a scala ridotta di precisi paesaggi terrestri, così come essi possono essere percepiti visualmente nella realtà. Tale interazione esprime dunque, in nuce, la possibilità di distinguere un cono di talpa dall'altro, arricchendo e rendendo più complessa la rappresentazione cartografica del paesaggio montano. Questa soluzione cartografica esprime l'individualità di una particolare situazione geografica, e, allo stesso tempo, la possibilità, da parte della cartografia, di riprodurla sulla mappa. Da un punto di vista qualitativo, essa indica l'abilità di andare al di là dell'utilizzo automatico ed indifferenziato del simbolo.[5].

4) La rappresentazione delle linee confinarie e delle frontiere statali e regionali

Nella tradizione cartografica degli atlanti tolemaici le Alpi stesse rivestono un ruolo di confine. La barriera fisica è un elemento facilmente identificabile del paesaggio, ideale per designare partizioni territoriali. In questa prospettiva il simbolo raffigurante sulla carta l'orografia assume anche il ruolo di demarcazione di una linea confinaria. Nelle carte a scala maggiore, tuttavia, la relazione fra questi due elementi, la catena montuosa e il confine nazionale, muta sensibilmente. La cartografia della regione alpina si contraddistingue per alcuni specifici problemi di rappresentazione delle frontiere. J.R.V. Prescott, nel suo libro sul significato geografico dei confini, afferma che «se un confine internazionale non è marcato vi sono tre possibili spiegazioni. La prima è che gli stati interessati possono guardare a quella demarcazione come ad un elemento non particolarmente importante, o dotato di grande importanza economica. [...] La seconda è che la posizione esatta dei confini può essere al centro di una controversia, che risulta a sua volta in una certa ambiguità nella precisa localizzazione delle demarcazioni di frontiera. [...] Infine un'ovvia ragione per non segnare un confine internazionale può essere individuata nella natura sfavorevole di alcuni ambienti fisici» (1978, p. 194). Sebbene Prescott stia parlando della demarcazione concreta del territorio (cioè della disposizione di segni materiali sul territorio di confine), queste categorie possono essere utili anche per la comprensione delle scelte dei cartografi rinascimentali in materia di confini. La frequente assenza di segnalazione dei confini nella mappe alpine, oltre ovviamente a riflettere una concezione pre-moderna dello stato e dei suoi limiti amministrativi, è dovuta

[5] Questo fenomeno di interazione fra il simbolo della città ed il simbolo del "cono di talpa" va contestualizzato in una prospettiva più allargata che coinvolge altri segni cartografici ed altri esempi urbani. La città di Mantova, ad esempio, è rappresentata nella cartografia rinascimentale con un simbolo circondato dal fiume Mincio e dai suoi laghi, in un caso di interazione fra simbologia urbana e simbologia idrografica. Verona, ancora, viene raffigurata di sovente come divisa a metà dal fiume Adige, con il simbolo della città attraversato dal simbolo del fiume.

probabilmente ad una combinazione dei tre criteri sopra esposti: il territorio alpino non era avvertito come un territorio da segnalare con precisione catastale, né era percepito come una linea, ma piuttosto come una sfrangiata "regione di frontiera": e, per di più, era naturalmente in gran parte ancora inesplorato. Il metodo grafico dominante del "cono di talpa", inoltre, rappresenta dal punto di vista grafico un piccolo impedimento alla segnalazione di una linea confinaria. È infatti insieme difficile e poco efficace sovrapporre una linea al disegno dei coni montuosi. Come si può osservare nell' "Italia Nuova" del Magini, sotto molti aspetti una carta aggiornatissima e all'avanguardia per quanto riguarda il carico informativo, la linea confinaria è costretta a serpeggiare ora di qua ora di là dai vari "coni di talpa" che rappresentano la barriera alpina. Nelle mappe a più grande scala, al contrario, la rappresentazione delle frontiere è più facile e, di conseguenza, più frequente. In un'operazione di rilievo più dettagliato del territorio, e non appena l'ottica politica e militare prevarranno in epoca moderna sull'approccio geografico ed estetico, la delimitazione dei territori acquisterà una rinnovata importanza, e le linee spezzate dei confini diventeranno un elemento frequente dei paesaggi cartografici della montagna.

Riflessioni conclusive

Il piccolo segno grafico del "cono di talpa", solo apparentemente semplice e univoco, dimostra invece un'insospettabile complessità e una notevole varietà di forme e di funzioni. Probabilmente esso merita più attenzione da parte degli studiosi di quanta non ne abbia ricevuta fino ad ora. Anche solo una breve carrellata esemplificativa delle apparizioni, delle localizzazioni e delle interazioni di questo simbolo nel tessuto cartografico rinascimentale e secentesco indica diverse possibili direzioni di approfondimento. Pure abbandonando la pretesa di vedere in esso un difficilmente sostenibile valore di verosimiglianza, il simbolo presenta nondimeno una serie di valori e di relazioni con il resto dell'informazione cartografica tali da renderlo una miniera di informazioni sulla cultura cartografica e sulla percezione ambientale delle epoche passate.

Lo studio monografico della rappresentazione cartografica di una particolare fattezza del paesaggio fisico od antropico sembra costituire un promettente campo di studi per la storia della cartografia. Da una prospettiva concentrata di analisi, come una sorta di carotaggio di campionatura della profondità degli strati storici dell'arte della cartografia, lo studio monografico può restituire un'analisi approfondita delle ragioni che sono alla base dell'apparizione, del successo, e dell'eventuale scomparsa di un simbolo dal sistema della rappresentazione cartografica. Le spiegazioni coinvolte in tale lavoro toccano una notevole varietà di prospettive di studio, che vanno dallo stato delle conoscenze geografiche in una data epoca alla ricostruzione delle ragioni grafiche e editoriali di certe scelte, dalla relazione fra attività cartografica e cultura visuale della società allo stato delle cono-

scenze esplorative relative a certe frange territoriali marginali. Ulteriori sviluppi e studi complementari getterebbero nuova luce sulla comprensione dei sistemi di rappresentazione simbolica degli spazi alpini nella cartografia. Sarebbe un risultato importante riuscire a comporre una sorta di "albero genealogico" delle simbologie adottate, *in primis* i "coni di talpa", per cercare di identificare le prime apparizioni di certe soluzioni grafiche e di particolari simbologie, inserendole in un più vasto contesto di produzione autoriale e di cultura cartografica regionale o nazionale. Singoli cartografi ed incisori svilupparono personali adattamenti e varianti del simbolo a "cono di talpa", e la fortuna commerciale od artistica del loro lavoro fu probabilmente in grado di influenzare il lavoro di altri artisti. Un'analisi comparativa delle differenti "scuole" regionali o nazionali di cartografia potrebbe gettare luce sulle diverse prospettive geografiche rivolte alla medesima tipologia di paesaggio, nel caso specifico quello montano. Il caso di studio delle Alpi sembra in questo senso particolarmente adatto a questo tipo di indagine, dal momento che la catena montuosa è osservata dai diversi paesi che essa attraversa sotto differenti punti di vista, e la percezione della realtà montana è correlata a diverse culture antropologiche e sociali che appartengono a differenti contesti regionali o nazionali.

In ultimo, l'analisi dei problemi tecnici di incisione e delle tecnologie disponibili e lo studio delle fonti letterarie e diaristiche, ove disponibili, delle persone ad ogni titolo coinvolte nella lavorazione o nella fruizione cartografica all'inizio del periodo moderno potrebbero contestualizzare la discussione sui simboli. Gli studi condotti in questo campo dai cultori di storia del libro e della stampa, che hanno già realizzato fruttuose collaborazioni interdisciplinari nello studio della storia della cartografia, potrebbero innescare una discussione approfondita su un particolare simbolo, come prospettiva ristretta ma significativa attraverso la quale avvicinarsi all'approccio interdisciplinare e stratigraficamente complesso richiesto dalla storia della cartografia. Certe apparizioni simboliche e certe scelte strategiche di rappresentazione assumerebbero allora il valore che i "fossili-guida" hanno nello studio della paleoecologia.

Il simbolo grafico con cui sono state rappresentate le montagne è certamente solo uno dei possibili casi di studio. In fondo, però, quale miglior metafora per l'allargamento degli orizzonti di studio che l'ascesa, fosse anche solo cartografica, di un picco montano? Nella storia della cartografia alpina sembra giunto il tempo, come dicono gli anglofoni, di "*make mountains out of molehills*", cioè di ricavare montagne da semplici mucchietti di terra.

Riferimenti bibliografici

ALIPRANDI LAURA, ALIPRANDI GIORGIO, POMELLA MASSIMO, *Le grandi Alpi nella cartografia dei secoli passati: 1482-1865 con gli itinerari dei valichi tra la Val d'Aosta, la Savoia e il Vallese e considerazioni sulla zona del Gran Paradiso*, Ivrea (TO), Priuli & Verlucca, 1974.

BARBER PETER and BOARD CHRISTOPHER, *Tales from the Map Room: Fact and Fiction*

about Maps and their makers, Londra, BBC Books, 1993.
BERTOGLIO GIOVANNI, *La cartografia del massiccio del Gran Paradiso dalle origini ai giorni nostri*. Firenze, 1953.
CAPELLO C.F., *Studi sulla cartografia piemontese: Il Piemonte nella cartografia premoderna*, Torino, Gheroni, 1952.
DINSE P., "Die Handschriftlichen Ptolemauskarten und die Agathodämongrafe", *Zeitschrift Ges. Erdkunde Berlin*, 1913, 745-770.
———, "Die Handschriftlichen Ptolemauskarten und ihre Entwicklung im Zeitalter der Renaissance", *Zentralblatt für Biblithekswesen*, 30 (1913), nn. 9-10, 379-404.
FERRAND H., *Essai d'histoire de la cartographie alpine pendant les XVe, XVIe, XVIIe, XVIIIe siècles*, Grenoble, 1903.
FISCHER J., *Claudii Ptolomaei Geographiae codex Urbinas graecus 82., phototypice descriptus, consilio et opera curatorum Bibliothecae Vaticanae*, Lipsia, Harrassowitz, 1932.
HARVEY P.D.A., *The History of Topographical Maps: Symbols, Pictures and Surveys*, Londra, Thames and Hudson, 1980.
HOLMES NIGEL, *Pictorial Maps*, New York, Watson-Guptill, 1991.
IMHOF EDUARD, *Cartographic Relief Representation*, Berlino, de Gruyter, 1982.
KARROW ROBERT W., Jr., *Mapmakers of the Sixteenth Century and Their Maps: Bio-Bibliographies of the Cartographers of Abraham Ortelius*, 1570, Chicago, Speculum Orbis Press for the Newberry Library, 1993.
LAGO LUCIANO, *Imago Mundi et Italiae: La visione del mondo e la scoperta dell'Italia nella cartografia antica (secoli X-XVI)*, Trieste, La Mongolfiera, 1992.
DE LAVIS-TRAFFORD M.A., *Lèvolution de la cartographie de la région du Mont-Cenis et de ses abords aux XV et XVIe siècles. Etude critique des méthods de travail des grands cartographes du XVIe siècle (Finé, Gastaldi, Ortelius, Mercator, Magini, ecc.)*, Chambery, Lib. Dardel, 1949.
LYNAM EDWARD, *The Map Maker's Art*, Londra, The Batchworth Press, 1953.
MACEACHREN ALAN M., *How Maps Work: Representation, Visualization, and Design*. New York-Londra, The Guilford Press, 1995.
MILANESI MARICA, "La geografia di Claudio Tolomeo nel Rinascimento", in Luciano LAGO, 1992, pp. 93-104.
PRESCOTT J.R.V., *Boundaries and Frontiers*, Londra, Croom Helm, 1978.
ROBINSON ARTHUR H., *The Look of Maps: an Examination of Cartographic Design*, Madison (WI)/ Milwaukee (WI)/ Londra, The University of Wisconsin Press, 1952.
ROBINSON ARTHUR H., BARTZ PETCHENIK BARBARA, *The Nature of Maps*, Chicago, University of Chicago Press, 1976.
TOMASI GINO , *Il territorio trentino-tirolese nell'antica cartografia*, Ivrea (TO), Priuli & Verlucca, 1997.
VALLOT J., *Evolution de la cartographie de la Savoie et du Mont Blanc*, Paris, 1922.
WOOD DENIS (con John FELS), *The Power of Maps*, New York-Londra, The Guilford Press, 1992.
WOODWARD DAVID, *Maps as Prints in the Italian Renaissance: Makers, Distributors & Consumers*, Londra, The British Library, The Panizzi Lectures, 1996.

LE PREALPI VICENTINE PRESENTATE AGLI ESCURSIONISTI DI FINE OTTOCENTO: DALL'ITINERARIO ALLA CARTA TOPOGRAFICA

Sandra Vantini (*)
(*) Dipartimento di Discipline Storiche, Artistiche e Geografiche, Università di Verona.

La conoscenza della montagna

Nella seconda metà dell'Ottocento la montagna, da ambiente ignoto e ostile qual era stata a lungo considerata, diventa, grazie anche al sentimento romantico per la natura, realtà pittoresca, luogo incontaminato a cui il viaggiatore può salire per immergersi nella grandiosità di rilievi che non sono più solo uno scenografico fondale dei paesaggi di pianura e di collina.

Fino ad allora la montagna, e quella vicentina non faceva eccezione, era stata effettivamente percorsa – e non scavalcata come un ostacolo da superare faticosamente, transitando su impervie strade dirette al versante opposto – oltre che dai suoi abitanti per le pratiche silvo-pastorali su cui basavano la loro sopravvivenza, solo da pochi "forestieri", scienziati o funzionari (spesso lo studioso naturalista era entrambe le cose) interessati alle caratteristiche geologiche e alle eventuali possibilità di sfruttamento minerario, che fin dal secolo dei lumi avevano suscitato grande interesse. «Recoaro è tutto circondato di monti minerali» scriveva nel 1759 l'Arduino, scienziato e Deputato all'Agricoltura della Serenissima, che vi studiava l'origine delle acque minerali, evidenziando la variegata natura delle rocce presenti nelle alte valli dell'Alpone, del Chiampo, dell'Agno e del Posina, in quelli che nei suoi scritti erano ancora genericamente chiamati «monti vicentini e veronesi ... montagne ed alpi altissime del vicentino» (pp.43 e 49).

Un secolo dopo questo settore delle Prealpi, proprio per le particolarità degli affioramenti rocciosi, aveva già goduto dell'attenzione di molti studiosi, italiani e stranieri, e John Ball, naturalista e presidente del Club Alpino di Londra (fondato ancor prima di quello italiano, nel 1857), poteva scrivere:

«Poche parti delle Alpi offrono tanti e così interessanti oggetti al geologo, quanti si trovano in questo distretto (di Recoaro)... La regione è un terreno classico per il geologo essendo stata illustrata nel secolo scorso dagli scritti di Arduino, Fortis, Strange e in tempi più recenti ... da Marzari-Pencati, Massalongo e Lodovico Pasini» (Ball, 1877, p. 44).

Con l'approfondirsi delle conoscenze scientifiche, numerosi luoghi di queste vallate divennero noti agli studiosi di settore[1], benché fuori dai percorsi più importanti, perché vi si potevano fare interessanti osservazioni geologiche, come ad esempio gli «strati superiori di scaglia rossa e bianca che contengono i fossili caratteristici» e gli strati contenenti «grandi varietà di resti vegetali», visibili seguendo un itinerario sulle colline tra Magré e Novale, suggerito dal Ball (pp. 56-57); queste montagne, però, nella *Guida alpina* del naturalista inglese erano distinte da quelle del Tirolo meridionale con la generica denominazione di *Alpi Venete*. Il sistema montuoso che oggi indichiamo come Lessini Vicentini, non aveva ancora acquisito tra gli *outsider* un nome e una precisa identità fisiografica (paragonabile ad esempio a quella dell'Altopiano dei Sette Comuni o di Asiago, racchiuso tra i solchi vallivi dell'Astico e del Brenta), benché presentasse quei caratteri specifici, con forme ardite, guglie e torrioni dolomitici, che gli meritarono in seguito la denominazione di "Piccole Dolomiti".

Per questo ambiente tipicamente alpestre, di altimetria più contenuta, ma con le stesse qualità simboliche del paesaggio dei principali gruppi alpini e, nel contempo, il vantaggio di essere più prossimo alla pianura, andava crescendo, oltre a quello scientifico, un interesse turistico-escursionistico, legato alla presenza di un notevole flusso di "forestieri" nel centro termale di Recoaro, ma anche ad un nuovo desiderio di montagna da parte della borghesia urbana, in particolare di quella del capoluogo e dei centri industriali di Valdagno e Schio, vere porte d'accesso a questi monti, che stavano divenendo le Manchester italiane.

Per soddisfare questa nuova domanda di salire "più in alto", "dove fiorisce l'edelwaiss e l'aquila vola", per elevare lo spirito alle più sublimi aspirazioni (Stoppani, p. 39), più che la conoscenza storico-geografica prodotta da opere corografiche, statistiche e da studi etnografico-linguistici di eruditi ed intellettuali locali, assunse particolare importanza la divulgazione attuata dalle Guide turistiche. Rivolte a chi soggiornava nella località termale per "passare le acque", avevano iniziato a fornire, a partire dalla prima metà dell'Ottocento (Biasi,1844), informazioni sulla topografia, il clima, la flora e la fauna, gli abitanti del territorio, giungendo poi a suggerire itinerari "naturalistici", come occasione per ritemprare il fisico e alternativa ai pochi svaghi disponibili per vincere la noia che spesso assaliva i frequentatori delle fonti di Recoaro.

Il medico Chiminelli, ispettore delle fonti, proponeva tra i primi nella sua Guida del 1865 (che ebbe numerose riedizioni) un approccio escursionistico al-

[1] Ai già citati si aggiunsero Maraschini, Catullo, De Zigno, Schauroth, Pirona e Giovanni Omboni, dalla cui monografia è tratto il paragrafo relativo alla geologia della *Guida storico- alpina di Recoaro,* come ricordano Brentari e Cainer a p.108 della *Guida* del 1887.

la montagna circostante, suggerendo passeggiate e gite da compiere a piedi, sul somarello o in carrozza, alle numerose sorgenti minerali, ai punti panoramici della conca, come il monte Spitz, a curiosità naturali come la profonda forra nota come "La Spaccata", nella vicina località di S. Quirico. *Interessanti, pittoresche, dilettevoli* sono gli aggettivi che l'omologia delle guide perpetuerà per queste escursioni, alla cui attrattiva contribuì anche la consacrazione pubblica che venne, per così dire, conferita loro, nel 1879, dalla Regina Margherita[2], esempio di alpinista disponibile a seguire itinerari anche più impegnativi, come quelle salite al Campetto, al Pizzigoro e al Rotolon che il dott. Chiminelli giudicava «troppo lunghe e faticose, comunque interessanti per il geologo, ed in generale per i naturalisti e per chi vuol pur talvolta dar libero sfogo, nel silenzio e nella semplicità della natura, al proprio animo ...» (p. 76).

Un nuovo approccio alla montagna

In questa frase sono riassunte le diverse tipologie di escursionisti (geologi, naturalisti e turisti nel senso moderno del termine) che erano andate delineandosi, con differenti aspettative e un approccio all'escursione rovesciato rispetto ai "curisti": non più attività integrativa alla cura delle acque ed occasione di svago alternativa ai passatempi culturali e mondani della stazione termale, ma interesse primario, esperienza impegnativa per chi raggiungeva Recoaro proprio in funzione della sua posizione privilegiata rispetto ai gruppi montuosi dall'aspetto più alpestre o, quanto meno, era disposto a «lasciare Recoaro anche per alcuni giorni» (Lioy p. 140).

Era ormai nato l'alpinismo inteso come attività sportiva e, per soddisfarne le nuove esigenze, erano necessarie Guide diverse. A proporle furono gli stessi nuovi fruitori della montagna che, associati al Club Alpino Italiano e riuniti nella sezione di Vicenza (fondata unitamente a quella di Verona nel maggio del 1875) pubblicarono nel 1883 la *Guida alpina di Recoaro* e pochi anni dopo, nel 1887, proposero la *Guida Storico-alpina di Vicenza Recoaro e Schio*.

Il primo di questi due «libriccini» proponeva già nella trattazione importanti elementi di novità, benché nella prefazione P. Lioy (che nel 1885, alla morte di Quintino Sella, venne eletto presidente nazionale del CAI) si rivolgesse ancora a coloro «che ogni anno si convengono in questa ombrosa vallata, tra le pittoresche montagne, alle fonti salutifere», attento a sottolineare «impressioni indimenticabili ... passeggiate, gite,

[2] La regina fu presidentessa d'onore delle Ladies dell'Alpine Club d'Inghilterra e nominata socia onoraria del Cai nel 1913 (C.A.I., 1913, p.39 e 255). Come ricorda più dettagliatamente la *Guida alpina* del 1883 (p.XIII), nel suo soggiorno a Recoaro "fu ad Angheben, a Clame, alla fonte Pace, alla fonte Catulliana, alla fonte di Staro, al gran Castagnaro, all'oratorio di Santa Giuliana,a Rove. Salì sullo Spitz (1111 m.), ascese al Campetto (1523 m.).

conoscenze, avventure ... salute ringagliardita e ... tuffi voluttuosi tra le ombre dei boschi e nell'aria alpina», cioè le aspettative romantiche di molti dei villeggianti a Recoaro. Le tematiche - sia quelle consuete della *topografia ed idrografia*, *climatologia*, *geologia*, *flora e fauna*, *acque e cura*, che quelle più innovative, come l'analisi geografica del territorio contenuta nel paragrafo *L'avvenire economico,* o la dettagliata spiegazione del rilevamento dell'altimetria premessa all'elenco delle *Altezze sul livello del mare*- sono affrontate con taglio divulgativo, ma con rigore scientifico (va sottolineato l'inconsueto preciso riferimento alle fonti bibliografiche e cartografiche) da singoli illustri autori, soci del sodalizio. In questa impresa di presentare il territorio montano vicentino e di «additare le particolarità dei luoghi» oltre a «chi legge seduto sull'erba a chi sale le vette eccelse circostanti» (p. XIII) si unirono studiosi di prestigio (Almerico da Schio, Attilio Brunialti, Scipione Cainer ebbero ruoli importanti nella Società Geografica di Roma e nel CAI del tempo), affascinati dalla nuova filosofia che il CAI proponeva, esplicitata nel capitolo *Consigli* (a firma di Alessandro Cita). La montagna viene presentata come luogo «...di fatiche, di privazioni talvolta, ma che appunto per la sua straordinarietà esercita si potente attrattiva da sedurci ad incontrare fatiche, privazioni e pericoli ... i costumi ... si fanno semplici, primitivi, patriarcali ... le scodelle di legno prendono il posto delle porcellane ... la lucernetta d'olio, appesa al tetto affumicato, sostituisce la lampada a gas dell'albergo di partenza ...».

L'Associazione, secondo la visione positivista del tempo, si sente investita «di una missione eminentemente civile e benefica» ed individua la sua sfera d'azione oltre che negli scopi scientifici (come i già citati studi su geologia, flora, fauna topografia, meteorologia, archeologia, storia dei costumi) in «tutto ciò che contribuisce al benessere materiale degli alpigiani, promovendo ogni miglioramento possibile nelle loro condizioni, procurando il maggior sviluppo delle ricchezze naturali delle montagne, e ciò col l'iniziare a favorire industrie alpine, rimboschimenti, industrie minerarie, col migliorare le vie di comunicazione, col reclamare leggi sulla caccia, provvedimenti per la pastorizia, col far conoscere artisticamente ai forestieri le bellezze naturali delle regioni alpine per trasformarle in soggiorni estivi, per cura dell'aria, del latte e, dove possibile delle acque termali e minerali, infine con l'aiutare l'impianto di alberghi o col migliorare quelli che esistono» (p. 141).

Un vero "manifesto" di un approccio innovativo, globale, alla montagna, per attuare il quale si doveva in primo luogo conoscere la realtà geografica «percorrere i monti ... interrogando gli stessi alpigiani, i vecchi del paese, i parroci, i sindaci, i segretari comunali e le guide».

Agli alpinisti, «semplici dilettanti o scienziati», era rivolta una vera e propria esortazione a segnalare situazioni e a formulare proposte alla stessa Sezione di Vicenza affinché potesse intervenire a sviluppare "piccole industrie" per frenare l'emigrazione «brutta malattia che pur troppo va sempre più diffondendosi».

L'escursione, oltre che come occasione ludica, viene quindi proposta come esperienza educativa, come opportunità di conoscere la realtà geografica nella sua complessità, imparando a guardare oltre l'incanto dei mutevoli scorci paesaggistici, attrattiva prima delle montagne, anche l'aspetto sociale ed economico.

La rappresentazione delle Prealpi

Quel *percorrere i monti* da parte degli alpinisti un risultato innovativo lo aveva apportato anche alla cartografia; un'originalità della *Guida alpina* sta infatti nell'avere allegato, oltre ad una piccola carta di inquadramento geografico della regione a scala 1:450.000 (fig. 1), una *Carta topografica itineraria dei dintorni di Recoaro* a scala 1:75.000 (fig. 2), che rappresenta una vera novità per l'escursionismo. Essa aggiunge alla carta topografica del Lombardo-Veneto[3] (fig. 3) da cui è derivata e ricava in gran parte il tracciato di sentieri e mulattiere, reso più visibile grazie alla rinuncia al tratteggio e alla scelta tecnico-grafica del "tratto forte" per individuare le linee di cresta dei sistemi montuosi – le quote altimetriche delle cime e di una serie di punti (le stesse 291 altezze sul livello del mare riportate nella *Guida*, secondo le misure a barometro a mercurio e aneroide attuate dai soci Cainer e da Schio); inoltre riporta una più dettagliata indicazione delle malghe, sia sul versante italiano che su quello austriaco delle creste montuose su cui corre il confine di Stato.

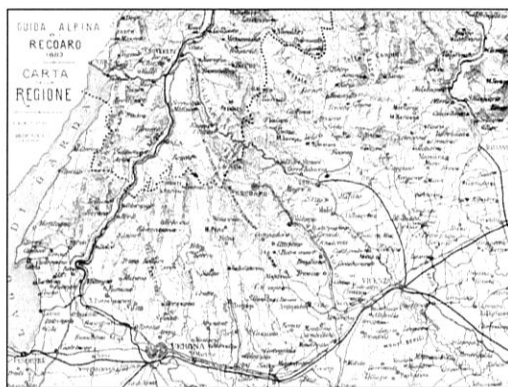



Fig. 1 *Carta della Regione (1:450000) Inserita nella Guida alpina di Recoaro (1883) per fornire un inquadramento geografico, fu ricavata, come suggerisce una citazione bibliografica, dall'Atlas der Alpenlander di Mayr (foglio V), alla stessa scala, dal litografo Lochi.*

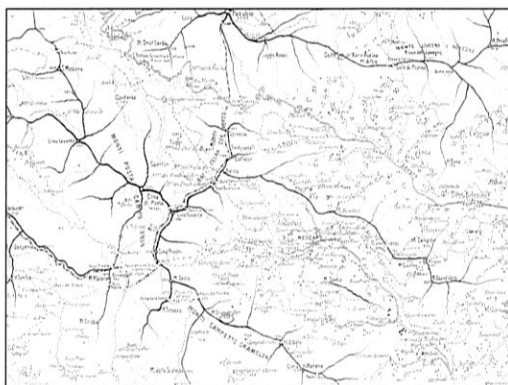



Fig. 2 *Particolare della Carta itineraria dei dintorni di Recoaro alla scala 1:75000 (allegata alla Guida alpina di Recoaro, 1883).*

[3] La Carta del Regno Lombardo Veneto dell'I.R. Istituto Geografico Militare Austriaco all'86.400 (foglio E4), ebbe anche una riproduzione, eseguita dal R. Istituto Geografico Militare di Firenze, al 75000.

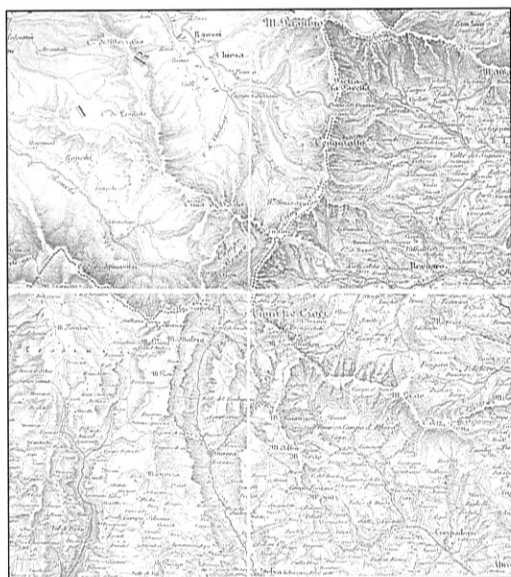



Fig. 3) *Carta topografica del Lombardo-Veneto dell'I.R. Stato maggiore Austriaco, 1:86.400, stralcio del foglio 4 E, 1833.*

La carta rilevata per esigenze militari è così arricchita dalle informazioni frutto delle ricognizioni degli appassionati pionieri[4], che "scoprono" luoghi prima ignorati, la cui denominazione, o ridenominazione (come ad esempio «la cima del monte Plische o Prischi ... detta erroneamente nella carta austriaca ... Cima Tre Croci» o «la guglia del Fumante, Venante nelle carte e detto volgarmente anche Ombante» p. 169) con la scelta della dizione corrente di *Zeola* e *Gramolon* piuttostro della trascrizione dotta (Zevola o Granmulon[5]), segnala una appropriazione intellettuale del territorio che la cartografia dovrebbe rappresentare e trasmettere nella sua identità.

Gli alpinisti tracciano itinerari la cui sintetica presentazione sulla Guida non è però una lettura dello svolgersi del percorso sulla carta (ai sentieri della quale spesso non corrispondono perfettamente) o della simbologia (edificio religioso o mulino idraulico) mutuata, per altro, dal prototipo austriaco. Oltre alla difficoltà di un sentiero rispetto ad un altro (già leggibile anche semiologicamente) sono annotate nel breve quadro descrittivo la configurazione dei versanti, la tipologia vegetazionale, che le carte topografiche saranno solo in seguito in grado di riportare, oltre alla segnalazione di punti panoramici, ai tempi di percorrenza, alla presenza di greggi e mandrie sulle singole alpi, al tipo di ospitalità offerta dalle malghe o dalle osterie, informazioni per le quali la comunicazione narrativa risulta ancor oggi non sempre sostitubile (per lo meno in un'unica carta). Ad eccezione di qualche cenno sulle comunità germanofone, mancano invece nelle verbalizzazioni delle escursioni quelle osservazioni sui caratteri socio-economici che la teorizzazione del nuovo approccio avrebbe fatto suppor-

[4] La neonata sezione vicentina del CAI si propose di organizzare almeno un'escursione all'anno con la giuda di esperti conoscitori dei luoghi (malghesi, cacciatori o contrabbandieri) e di stamparne la relazione; quelle esperienze costituirono la base conoscitiva per la successiva redazione delle Guide.

[5] La denominazione Granmullon in base all'interpretazione dell'alpinista roveretano Giovanni Cainelli riportata da Pieropan (p. 16 8) è corruzione dei termini Cimbrici *gruaman lon* = pendio del secondo fieno.

re: la descrizione dello spazio attraversato fornisce una visione più che una comprensione della realtà geografica.

L'esplicita trattazione di quella che potremmo definire una "pedagogia della montagna" scompare nella *Guida storico-alpina di Vicenza Recoaro e Schio* scritta pochi anni dopo, nel 1887, in occasione del Congresso organizzato nel Vicentino dal CAI i cui soci, intervenuti da tutta Italia, dovevano ben conoscerne i principi ispiratori; ad essi si sentì invece la necessità di illustrare anche la storia, l'economia, l'arte di Vicenza e le escursioni nei dintorni del capoluogo[6]. Il valore educativo dell'alpinismo era per altro affermato ormai da opere di divulgazione geografica di vasta risonanza, come *Il Bel Paese* di A. Stoppani (1941, pp. 26-40).

Gli autori della nuova *Guida* furono Ottone Brentari (che legherà il suo nome a tutta una serie di guide alpine la cui edizione anastatica è stata riproposta negli anni Settanta dall'editore Forni) e Scipione Cainer, che dal 1885 era anche redattore della «Rivista alpina», il mensile del sodalizio che si era aggiunto al «Bollettino» trimestrale. Essi ripresero molte parti descrittive della precedente *Guida alpina di Recoaro* accentuandone, però, il carattere pratico-didascalico; la tendenza tassonomica porta ad esempio ad una insistita suddivisione dei monti, sia nell'illustrazione delle vie che ne attraversano i diversi settori, sia nell'analisi dei singoli gruppi e catene, che acquistano finalmente una loro identità fisiografica.

Brentari distingue nelle Alpi orientali un settore meridionale («le Alpi calcari meridionali dei geografi tedeschi») nel quale individua il gruppo Lessini-Cima Dodici, ben delimitato ad O dall'Adige, a N dal Fersina e dal Brenta, ad E ancora dal Brenta che lo divide dalle Alpi Felrino-Bellunesi. Il gruppo a suo volta viene suddiviso in quattro sottogruppi: i Lessini; il Pasubio, lo Scanupia e il gruppo di Cima dodici o dei Sette Comuni (p.10). Le catene più aspre e suggestive (Pasubio e Cornetto, Baffelan, guglie del Fumante, cima Posta, Zevola-Gramolon) caratterizzano il settore orientale dei Lessini, mentre i Lessini Veronesi, costituiti nella parte alta da un altopiano a pascoli, non offrono cime adatte alle "ascensioni", eccetto quella del Malèra (m 1857) da Revolto.

Questa differenza paesaggistica, ben definita dallo spartiacque in sinistra idrografica della Val d'Illasi, è sottolineata in più punti della Guida (p. 166, p. 195). Una percezione dei diversi caratteri morfologici non era d'altra parte ricavabile dalla carta d'insieme allegata al volumetto (carta di Justus Perthes, Gotha, fig. 4) e si dovette attendere l'edizione del foglio al 100.000 dell'I.G.M. del 1891 (fig 5) per avere una resa grafica dell'orografia che ne rendesse immedia-

[6] La *Guida storico-alpina di Vicenza, Recoaro e Schio,* fu offerta dalla sezione di Vicenza del CAI agli alpinisti convenuti nel Vicentino dove si organizzò nel 1887 il XIX congresso dell'Associazione. Vi parteciparono 320 soci ai quali fu proposto l' itinerario Valdagno-Spaccata-Recoaro-Schio-Thiene-Asiago-Valstagna-Bassano. C.A.I. *L'opera del C.A.I. nel suo primo cinquantennio.* 1863-1913, Torino, 1913, p. 262.

tamente leggibili le differenti conformazioni. Gli autori, infatti, non allegarono "carte speciali", sembrando loro inopportuna una nuova compilazione o riproduzione dell'esistente (la *Carta itineraria dei dintorni di Recoaro*), perché «fra qualche mese, cioè entro quest'anno 1887, devono essere pubblicate le tavolette al 50000 e al 25000 della Gran Carta d'Italia del R. Istituto Geografico Militare di Firenze, comprendente appunto i paesi qui descritti»[7].

L'aspetto alpestre del versante recoarese, «specialmente verso NO, (dove) s'alzano brulle e nude più alte montagne e si distende sopra tutte la stupenda cresta dentata del Baffelan-Cornetto» di chiara impronta dolomitica, (Brentari-Cainer, p. 101), assicurava la *scenograficità* del paesaggio che, assieme alla *grandiosità* della natura costituisce una categoria importante nella valutazione delle bellezze naturali segnalate dalle due Guide, che non incorrono però in eccessivi compiacimenti poetici. Questi valori estetici rispondono al gusto dell'epoca, ad un'esigenza di origine letteraria, legata ai resoconti di "viaggi pittoreschi", che avevano spesso un corredo iconografico di vedute, prevalenti sullo stesso testo. Non è casuale che

Fig. 4) *Carta stampata nello stabilimento Perthes di Gotha, riporta nella scala grafica le corrispondeze tra chilometri, miglia tedesche e italiane, ore svizzere (allegata alla Guida di Vicenza, Recoaro e Schio, 1887).*

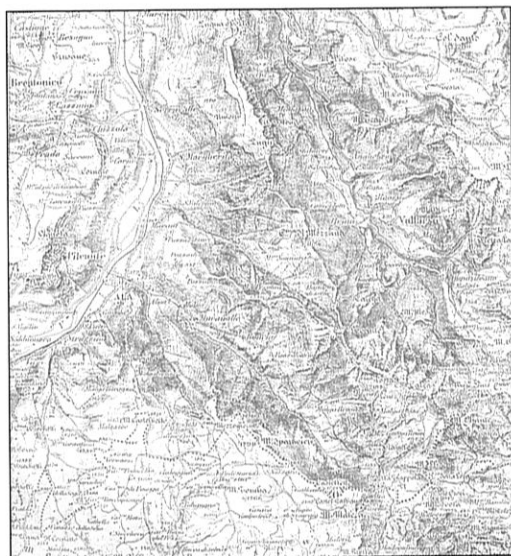



Fig. 5) *Stralcio del Foglio 36, Schio (scala 1:100.000), I.G.M.I.,1891.*

[7] Suggerivano intanto di servirsi dei consueti strumenti: la *Carta del Regno Lombardo Veneto dell'I.R. Istituto Geografico Militare Austriaco* all'86400 e sua riproduzione eseguita dal R.I.G.M. di Firenze al 75000, fogli D4, D5, E3, E4, E5; la *Carta speciale della Monarchia Austro-Ungarica dell'I.R. I.G.M. Austriaco* al 75000, fogli Trento, Rovereto e Riva, Avio e Valdagno, Sette Comuni, oltre alla *Carta itineraria dei dintorni di Recoaro,* annessa alla *Guida Alpina di Recoaro (Vicenza 1883).* Cfr. *Guida storico-Alpina di Vicenza, Recoaro e Schio,* p.8.

la Guida di Brentari-Cainer riporti, piegato a soffietto, un *Panorama*[8], cioè una visione prospettica di questi monti, che permette di riconoscere le cime più elevate, così come si vedono dal Monte Berico di Vicenza (fig. 6). L'immagine artistica (legata alla progressiva affermazione della litografia), che consente una comunicazione visuale più immediata della realtà, affiancava, o come in questo caso sostituiva, la carta topografica, alla quale si richiedeva una rappresentazione di sempre maggiore rigore scientifico, con codici semiologici complessi.

Alla forma verbale-sequenziale degli itinerari è affidata invece la comunicazione delle osservazioni naturalistiche, di quella conoscenza scientifica divulgata e non teorizzata che faceva scegliere i percorsi in montagna anche in ragione dei fenomeni geografici che si potevano vedere. Viene ad esempio proposta l'escursione "Alla frana del Rotolon"

«...sotto la cresta che unisce il gruppo Posta-Campobrun alla catena del Baffelan-Cornetto per farsi un'idea delle successive frane del Rotolon che scende appunto da quella cresta e che ha notevolmente allargato il letto del torrente fino a Recoaro col materiale da esso portato giù, e anche alzatone il livello» (Brentari-Cainer, p. 123).

Situazioni di dissesto idrogeologico, da sempre grave rischio di questi versanti montuosi, erano rilevate pure in altri itinerari, in grado di far scoprire all'escursionista la dispersione dell'insediamento e l'isolamento dei nuclei di case, non sempre facilmente raggiungibili per le frane e comunque poco toccati dagli effetti economici e culturali del termalismo. Ad esempio la salita al passo della Lora, che

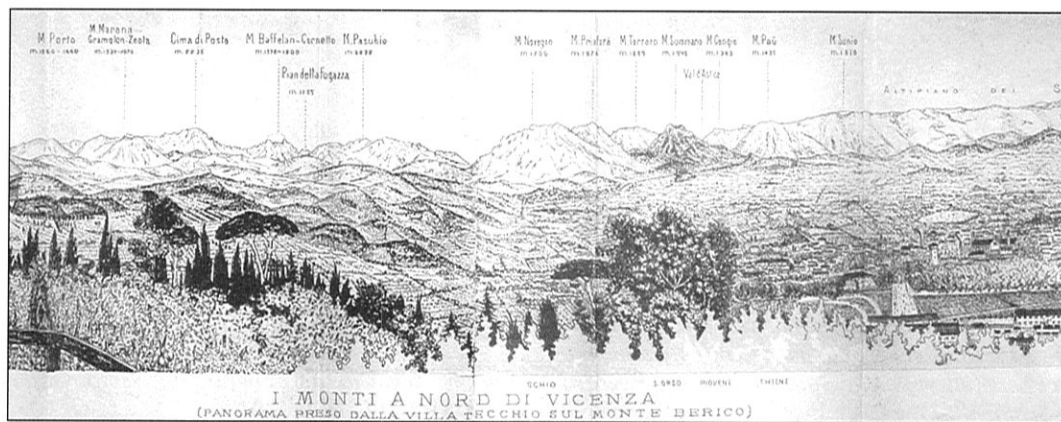



Fig. 6) *Panorama allegato alla Guida Vicenza, Recoaro, Schio (1887).*

[8] Tale forma di divulgazione ebbe una notevole importanza sia in funzione didattica,di esplorazione e conoscenza scientifica del territorio, che turistica, come ricordo di un viaggio compiuto; il C.A.I. si fece carico della produzione di panorami , che ricorda a fianco di quella cartografica nel volume commemorativo del suo primo cinquantennio (Torino, 1913).

richiedeva almeno tre ore, mentre una volta avveniva per la sinistra dell'Agno, «...essendo rovinato il sentiero sopra i Luna...i segue la strada sulla riva destra che è anche per qualche tratto rotabile toccando le contrade dei Bruni, Stoccheri, Asnicar (532m), Cornale (556m), Storti (582m) e Pace (617m); poco sopra un ponticello passa l'Agno e si è presto (in un'ora da Recoaro) ai Parlati (osteria 668m). L' Agno che salendo da Recoaro si trova sempre più largo fino allo sbocco del suo affluente Rotolon, causa l'enorme quantità di rottami e ghiaie franate da sotto la cresta Buse Scure-Campogrosso, qui torna a modeste proporzioni riducendosi al solo corso della valle della Lora, giacché ai Pace abbiamo visto sboccare da S anche l'Agno di Creme. Dai Parlati, che sono quasi minacciati dal Rotolon..., abbiamo a ore 1 e 1/2 di cammino l'osteriuccia della Gazza (1283m) dove si trova da mangiare e da riposarsi e che può essere una tappa per salire alla cima di Posta a chi non voglia fare tutta insieme la strada da Recoaro e neanche fare il giro di Revolto». (Brentari-Cainer, p. 122).

Il "nascondimento" del racconto e lo "svelamento" della carta

Sulle vette verso le quali tendono i diversi itinerari «concorrono i confini del Vicentino, del Veronese e del Trentino» (Lioy, p. 168; Brentari-Cainer, p. 123), ma nel raccontare questo spazio geografico le *Guide* li identificano più come spartiacque tra i diversi bacini idrografici che come elemento di separazione tra Stati. Il percorso indicato dalla sequenza delle località, infatti, talvolta sconfina, per poi rientrare in territorio italiano, senza che il testo lo segnali: è il caso dell'itinerario *al passo della Lora, ad Ala*...(Lioy, p. 169) e di quello *a Recoaro, Campobrun, Revolto, Giazza e Val d'Illasi* (Brentari-Cainer, p. 126).

L'impatto del confine sul paesaggio era allora indubbiamente quasi inesistente, ma va ricordato che la linea di demarcazione, che aveva separato i territori della Serenissima e del Tirolo, dopo aver perso significato per circa cinquant'anni sotto il governo Lombardo-Veneto, dal 1866 era nuovamente "operante", inibendo, almeno teoricamente, i collegamenti e gli scambi attraverso i numerosi passi, bocche, selle, segnalati su queste montagne dagli itinerari[9]. I mandriani avevano però continuato a praticare sentieri e valichi d'alta quota (numerosi ancor prima che la Grande Guerra portasse nuove strade militari e mulattiere d'arroccamento) indipendentemente dai cambiamenti politici, che avevano fatto riprendere vigore al contrabbando[10]. Brentari nella descrizione del gruppo Cima di Posta-Campobrun, valutando le possibilità di collegamento al di là di finalità puramente escursionistiche, giudica ad esempio «Il passo del-

[9] Va ricordato l'antico percorso della "via vicentina", che risaliva al passo della Scagina, da dove una mulattiera, pressappoco corrispondente all'attuale sentiero 202, volgeva sulla destra lungo la ripida fiancata Ovest del M. Gramolon, saliva fino al passo Ristele, s'inerpicava al passo Zevola e infine calava verso il Passo delle Tre Croci, donde prosegue in direzione del Rifugio Scalorbi al Passo di Pelagatta" (Pieropan, p. 14).

la Pellegatta (1754m), che mette in comunicazione la valle dell'Agno e la valle d'Illasi aprendosi tra la cima Plische e le punte di Lovelazzo, ... una gola che serve soltanto ai contrabbandieri» (p. 187). Ma nemmeno la sua *Guida* segnala un "problema confine", limitandosi ad avvertire, nell'inquadramento generale del territorio (capitolo *Divisione politica e Amministrativa*, p. 13), che «si occupa essenzialmente di luoghi posti entro la Provincia di Vicenza, ma più volte occorrerà accennare a luoghi posti di là dai confini della medesima, e anche oltre i confini del Regno». Il confine italo-austriaco viene tuttavia "materializzato" raccontandone il percorso di cima in cima, lungo lo spartiacque o nei fianchi di valle che taglia in modo netto [11]. Questa verbalizzazione sostituisce la lettura che si potrebbe fare seguendolo sulla *Carta itineraria*, che questa Guida non offre, o sulla carta topografica di cui dichiara di attendere l'imminente edizione. Il disegno di questa linea era in effetti ben noto, «già incorporato in delimitazioni verbali e cartografiche precise» all'interno della documentazione veneziana dei Provveditori ai Confini (Pase, p. 19) e fissato sul terreno, in occasione di ripetute vertenze confinarie, da cippi conservatisi fino ai giorni nostri [12].

Gli itinerari, invece, se non ignorano del tutto il confine, ne suggeriscono all'escursionista una percezione di estrema permeabilità, congruente al vissuto delle comunità locali, alla loro territorialità nell'esercizio dei diritti consuetudinari, quali l'alpeggio[13], e non solo quando riguardano le alte vie. Anche delineando il percorso dell'unica strada

---

[10] Si contrabbandavano con l'Austria, che non aveva regime di monopolio, alcool, zucchero e soprattutto tabacco.

[11] «...Dal Pasubio il confine prosegue a S, seguendo abbastanza regolarmente lo spartiacque Vallarsa- Leogra e Vallarsa – Agno fino alle cime di Campobrun (dette di Lavezzo). Poi segue lo spartiacque Illasi-Agno fino alla depressione del passo della Lora. Qui il confine italo-austriaco finisce di delimitare a N O la Provincia di Vicenza, ma invece piega ad O per delimitare a NO la Provincia di Verona. Dal passo della Lora scende in fondo alla val d'Illasi, taglia questa valle e sale ad O sul Monte Malera per seguire un tratto la cresta dell'altopiano settentrionale dei Lessini e la valle dei Ronchi...» (Brentari-Cainer pp.13-14).

[12] I cippi attualmente conservati risalgono all'ultima commissione confinaria Austro-Veneziana, che concluse i lavori nel 1751. Già nel 1349 la prima relazione che attesta l'ascensione a questi monti (e documenta i toponimi di monte Turigi, Casteglieri, Campodavanti, Fraselle, Passo della Lora, Campobrun e Campogrosso) vede Bailardino Nogarola, podestà di Vicenza e fattore scaligero, eseguire la conterminazione dei territori dei comuni di Recoaro, Valdagno, Castelvecchio, Valli dei Conti e dei Signori e Torre, ponendo i cippi di confine (Trivelli, p. 50).

[13] Quando d'estate i gitanti si spingevano lungo i sentieri, "alla ricerca di sensazioni naturalistiche e salubri", gran parte degli abitanti (mille e più persone secondo il Biasi nel 1837), dalle contrade si era già spostata sugli alti pascoli con le mandrie e per i quattro mesi dell'alpeggio (da giugno al 29 settembre festa di S. Michele) poco rispettavano i limiti amministrativi (Trivelli, p. 171). La guida del 1883, essendo specifica di Recoaro, riporta un interessante quadro statistico delle Alpi di proprietà comunale e privata presenti nel comune (p.179-80) con relativo carico di bestiame.

carrozzabile presente allora su queste montagne, quella del *Pian de la Fugazza*, di fronte all'evidenza degli elementi di supporto al confine (forti e dogana), non è espresso alcun giudizio.

La strada, percorsa in estate da un servizio bisettimanale di carrozza, che in 6 ore collegava Valli dei Signori a Rovereto, era stata costruita tra 1817-24 e viene giudicata dalla Guida

«sotto l'aspetto turistico forse la più bella strada alpina nel Veneto occidentale e per trovarne una che la superi bisogna andare fra le dolomiti Bellunesi».

Il suo fascino era legato, oltre che ad un paesaggio giudicato ameno, tra coltivi, praterie, boschi e castagni sullo sfondo della cresta dentata del Baffelan-Cornetto, anche all'arditezza e alle difficoltà che presentava, che potevano offrire emozioni analoghe a quelle dei transiti sui più famosi valichi alpini, immortalati nei viaggi pittoreschi ottocenteschi. Sul versante vicentino, in val Leogra, la strada era infatti costretta a coprire un dislivello di 800 metri in un percorso di 10 chilometri. Le vetture per poterla risalire dovevano aggiungere ai cavalli un altro animale da tiro (in genere un mulo) anche a carrozza vuota.

All'impennarsi dei *tourniquets* l'itinerario offriva al viaggiatore una suggestione ulteriore perché «...si entra subito nel raggio delle fortificazioni di sbarramento e la strada passa in mezzo alle medesime, abbandonando il tracciato che si percorreva sino a qualche anno fa. È importante il forte di Monte Maso (1100m), corazzato, di grandiosa costruzione, che domina opportunamente grandi tratti della parte superiore della strada. Questa vi passa proprio sotto per ponti levatoi, archi, cortili e poi continua con altri tourniquets; si passa un ponte levatoio su una valletta che scende a sinistra in direzione da S a N ».

La Guida procedendo ad elencare in modo "asettico" la sequenza degli elementi antropici e fisici, segnala ancora che si giunge, passando oltre gli imponenti fianchi a perpendicolo del Pasubio,

«...alla Dogana (1062m), cioè alla stazione ultima dei doganieri italiani ...e in breve si arriva al confine (1145m) e poco appresso alla sommità del valico del Pian della Fugazza (1155m), spartiacque tra il Leogra (Timonchio- Bacchiglione) e il Leno di Vallarsa (Adige), punto d'unione della catena Baffelan-Cornetto e il Pasubio» (p. 129).

Anche quando si suggerisce ai "camminatori" una scorciatoia alternativa a questa pur bellissima via, prendendo come punto di riferimento «...il sentiero che parte dalla sommità del valico, al casello dei doganieri austriaci... per il passo di Campogrosso (1469) che si raggiunge in tre ore per Santa Geltrude e poi per l'alpe di Campogrosso, ...» (Brentari-Cainer, p.126 e seg.) la descrizione elude l'elemento artificiale del limite statale, che invece la rappresentazione grafica fissa sul territorio. La diversa strategia delle due forme di comunicazione emerge, con tutta la capacità allusiva ed evocativa propria della carta, nella prima edizione delle tanto attese tavolette al 25.000 (figg. 7 e 8), dove il confine seziona il paesaggio e il bianco annulla, con la continuità territo-

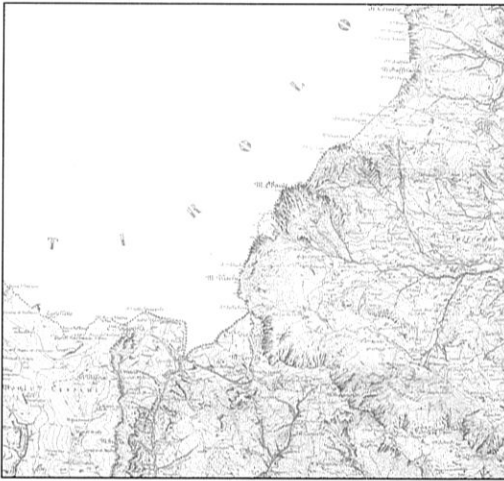



Fig. 7) *Tavoletta Monte Obante (F.36. III; S.E.); I.G.M.I., levata del 1886. Il confine di Stato interrompe in modo inquietante il quadro spaziale, assegnando agli spazi rappresentati significati e valori diversi rispetto a quelli degli stessi spazi raccontati.*

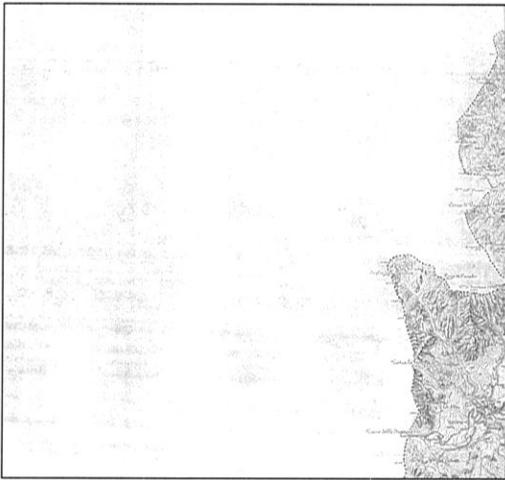



Fig. 8) *Tavoletta Piano delle Fugazze (F.36. III. N.E.); levata del 1886. La copia conservata presso l'I.G.M.I. di Firenze riporta le annotazioni manoscritte "Con le correzioni del dicembre 1894", "Edizioni senza forti" ed ancora "Senza opere militari"; tali caratteristiche ne consentivano la divulgazione al pubblico.*

riale, anche tutti i legami intessuti dalla rete millenaria di sentieri, mulattiere e strade tra i versanti e i contrafforti di questi gruppi.

Bisognerà attendere l'edizione successiva (fig. 9) per trovare riannodati questi fili dei rapporti tra l'ambiente e la società e per rispondere alle aspettative di chi già pensava a queste carte per scopi civili, addirittura ludici, come rappresentazione iconografica di itinerari che illustrano una peculiare realtà geografica: le prealpi vicentine.

Per concludere

Nei due testi esaminati, nonostante le correlazioni tra fenomeni fisici e fatti antropici siano ancora un'eccezione, si può rilevare un desiderio di fornire ai lettori un'immagine unitaria di questa regione prealpina, che viene suddivisa per ambiti spaziali più che per categorie. Si tende così a superare il limite che l'impostazione stessa delle *Guide*, sotto forma di itinerari lineari, pone alla comprensione della complessità dello spazio geografico, in modo analogo a come le carte corografiche, ricompongono la realtà morfologica del territorio, destrutturata dalle rappresentazioni topografiche, pur evidenziandone gli elementi dominanti.

I percorsi suggeriti sono esposti quasi sempre in modo schematico: nome di località, indicazioni di bivi e ponti, cime visibili, qualche struttura ricettiva, poche indicazioni relative alla vegetazione, proprio come risulterebbero leggendo il percorso su una "carta speciale", cioè su una carta tematica costruita *ad hoc*. In

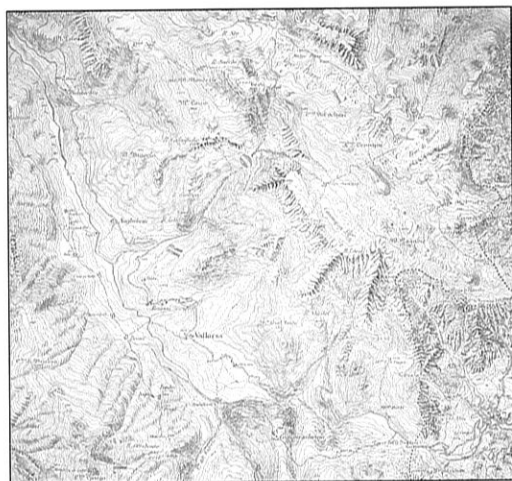



Fig. 9) *Tavoletta Piano delle Fugazze (F.36. III. N.E.);questa edizione della levata del 1886, analogamente al Foglio 36 Schio, stampato nel 1891, integra il rilevamento italiano con quello del territorio soggetto all'Austria. Rispetto al foglio 4 E della Carta del Lombardo-Veneto dell'I.R. Stato Maggiore Austriaco la tavoletta, grazie ad una scala più grande, offre un maggior dettaglio degli insediamenti e delle malghe dell'alta Val Arsa; la rappresentazione del territorio "straniero" risulta tuttavia imprecisa, come dimostra l'errata collocazione di cima Carega (quotata m 2121), che secondo la corretta posizione astronomica è rilevata invece nella tavoletta Monte Obante (F.36. III; S.E.). La vetta, privata del nome "usurpato" e declassata a m 1936, fa parte del rilievo chiamato Tocolle (m 1884) nell'edizione "aggiornata e ridisegnata nel 1927 dal top. Filippi", che mise ordine all'orografia anche grazie alle "levate austriache al 25000 del 1906-7", di cui poté usufruire, assegnando inoltre alla tavoletta la nuova denominazione Monte Pasubio (F.36. III; S.E.).*

realtà nessuna delle due espressioni (narrativa ed iconografica) deriva dall'altra ed è significativo che nella *Guida* del 1883 non ci sia alcun rimando specifico dal testo alla carta; la corrispondenza nasce dallo stesso modo di lettura di un territorio direttamente conosciuto, che si comunica passando dalla percezione-osservazione alla rappresentazione, senza esplicitare l'interpretazione che sta in mezzo. Le *Guide* si pongono infatti al servizio dei lettori per scoprire più che per spiegare luoghi pressoché ignorati. Sia la comunicazione verbale, con le caratteristiche qualitative dei percorsi e le ancor scarse informazioni valutative fornite, che quella visuale-spaziale della mappa, selettiva negli elementi e quindi solo apparentemente più obiettiva, ma fortemente allusiva, sono ormai irrinunciabili pur nella loro evidente "parzialità", o proprio per questo. Col loro diffondersi, grazie al crescente numero di immagini fotografiche (32 «vignette» nella Guida del 1887) e di *Panorami,* si codificarono a livello turistico vedute e punti di vista e gli "tinerari mentali" del geologo-naturalista, dell'alpinista o del villeggiante diventarono sempre più stereotipati.

Bibliografia

ARDUINO G., *Raccolta di memorie chimico mineralogiche metallurgiche e crittografiche*, Venezia, B. Milocco, 1775.

BALL J., *Guida alpina. Tirolo Meridionale-Alpi Venete (Lago di Garda)*, traduzione di G. Giusti, 2°ed., Verona, Munster, 1884.

BALDI L.- PIEROPAN G., *Guida alle Piccole Dolomiti*, Trento, Ed. panorama, 1998:

BIASI G., *Cenni sopra Recoaro e le sue acque acidulo-marziali*, Verona, Bisesti, 1844.

BISESTI A. *Cenni storici di Recoaro dai primitivi abitanti ai nostri giorni. Con una guida indispensabile per girare i suoi contorni, la ta-*

riffa delle carrozze, cavalli, muli e somarelli, Verona, Tipografia Pietro Bisesti, 1873.

CABIANCA J.- LAMPERTICO F., *Storia di Vicenza e sua Provincia*, rist. anastatica di *Vicenza e il suo territorio*, 1861, Forni Editore, 1975.

CAINER S., *Da Recoaro a Marana per il colle del Basto*, «Bollettino del Club Alpino Italiano. Sezione di Vicenza anno 1876», Vicenza 1887, pp. 9-16.

CALDOGNO F., *Relazioni delle Alpi Vicentine e de' passi e popoli loro*, Padova 1877; rist. anastatica, Verona, 1972.

CHIMINELLI L., *Recoaro, le sue fonti minerali e i suoi dintorni*, Bassano, Sante Pozzato, 1865.

CHIMINELLI L., *Recoaro colle sue sorgenti minerali vista a volo d'uccello*, Bassano, Sante Pozzato, 1876.

CORNALE A., *Recoaro e l'alta valle dell'Agno. Aspetti di Storia...*, Comune di Recoaro, 1980.

DI MAURO L., *L'Italia e le guide turistiche dall'Unità ad oggi*, in Storia d'Italia, Annali 5, *Il paesaggio* (a cura di C. De Seta), Torino, Einaudi, 1982, pp. 369-428.

FURIASSI R., *Edelweiss. L'evoluzione storico alpinistica dei "fior di roccia" valdagnesi e recoaresi, 1875-1946*, Valdagno, 2000.

GOBBI G. P., *Guida illustrata di Recoaro e dintorni*, Verona, Onestinghel, 1907.

Guida alpina di Recoaro, (a cura di P. LIOY), Sezione Vicentina del C.A.I., 1883. Ristampa anastatica Bologna, Ed. Forni 1977

Guida storico-alpina di Vicenza Recoaro e Schio, Vicenza, di O. BRENTARI - S. CAINER, Sezione Vicentina del C.A.I. 1887.

ISNENGHI M., *I luoghi della cultura*, in *Il Veneto* (a cura di S. Lanaro), Storia d'Italia, *Le regioni*, Torino, Einaudi, 1984.

MANTESE G., *Storia di Valdagno*, Ed. Comune di V., 1966.

MAZZOLA R., *Storia di una comunità*, Parrocchia di Rovegliana, Arzignano, 2000.

L'opera del C.A.I. nel suo primo cinquantennio 1863-1913, Torino, 1913.

PASE A., *La linea che non cambia. Mutamenti di potere politico e pratiche del confine statale al tramonto della Repubblica di Venezia*, «Notiziario del Centro Italiano per gli studi storico-geografici», V, n.2 (1997), pp. 14-26.

PIEROPAN G., *La Catena delle Tre Croci in alto Chiampo*, in «Valle del Chiampo, Antologia 1978», pp. 11-16.

SCARAMELLINI G., *Il paesaggio dimezzato. Viaggiatori romantici nelle Alpi lombarde*, in *L'esperienza del viaggiatore. Geografi e viaggiatori del XIX e XX secolo* (a cura di F. Lucchesi), Torino, Giappichelli, 1995, pp. 49-68.

Scienza e tecnica e "pubblico bene" nell'opera di G. Arduino (1714 –1795), "Atti del convegno, Verona il 9-10 febbraio 1996", Fondazione Cassa di Risparmio di Verona, Vicenza, Belluno, Ancona, 1999.

STOPPANI A., *Il Bel Paese*, Milano, A. Barion,1941.

TRIVELLI G., *Storia del territorio e delle genti di Recoaro*, Ist. Geo. De Agostini, 1991.

L'ING. PIO PAGANINI E LA CARTOGRAFIA PER LA MONTAGNA NELLE ESPLORAZIONI DEL DUCA DEGLI ABRUZZI

Gen. Maurizio Pampaloni (*)

(*) Associazione Italiana di Cartografia.

Premessa

Nell'immaginario collettivo gli esploratori hanno sempre suscitato grande ammirazione per aver percorso territori sconosciuti ai confini dell'ecumene e anche oltre ed i resoconti delle esplorazioni sono stati oggetto di grande curiosità, perché ci hanno consentito con la fantasia di partecipare a quegli eventi.

Quando questi racconti sono accompagnati non solo da schizzi, disegni, fotografie e filmati, che illustrano l'ambiente ed il paesaggio, gli usi ed i costumi e da quanto altro serve di ausilio a fare meglio comprendere le caratteristiche di quel territorio, ma gli stessi sono corredati anche da carte descrittive, meglio se geometriche, ecco che il quadro di colui che legge ciò che l'esploratore ha descritto diviene più completo, perché la cartografia è il documento di sintesi che meglio visualizza il territorio, mettendone in relazione spaziale gli oggetti morfologici, idrografici, vegetazionali, antropici e così via, che insistono su quel territorio.

Con la carta o meglio con la visualizzazione cartografica su un monitor di un sistema informativo geografico, il lettore dispone di un documento oggettivo, che gli consente di localizzare nello spazio ciò che è stato descritto in un resoconto di viaggio o in una monografia.

I segni ed i colori rappresentativi degli oggetti caratteristici del territorio divengono quasi sostitutivi delle parole, cioè la carta diviene un documento grafico, che trasferisce informazioni mediante una simbologia, che possiede, per un lettore attento, le caratteristiche di un linguaggio universale.

Nella relazione della Commissione parlamentare sul progetto di legge per il *Compimento della Carta topografica d'Italia*, presentato alla Camera dei Deputati dal Ministro Ricotti nella seduta del 3 febbraio 1875, si legge *"[...] Specialmente allorché si tratta di grandi scale, si pretendono Carte che, nel limite del graficismo, presentino carattere geometrico sia nella planimetria che nel profilo, talché esse debbano fondarsi su una triangolazione e livellazione fitte e regolari. Si pretende oggidì che queste Carte non solo servano agli scopi del viaggiatore e del curioso, ma si vuole che soddisfino alle infinite ricerche di tutti i rami della civiltà*

progredita. Importa insomma che l'ingegnere vi possa tracciare sopra i propri progetti di massima, senza bisogno di rilevare piani speciali, e, quasi direi senza uscire dal proprio gabinetto; che il tattico e lo stratega vi possano apprezzare il valore delle posizioni e delle linee offensive e difensive; che il naturalista vi possa appoggiare le sue ricerche geologiche e climatologiche. Spinta da queste esigenze, la cartografia ha fatto in questi ultimi anni grandi progressi. [...] Le Carte topografiche, insomma, sono per sé stesse un prodotto più scientifico che artistico, e ragion vuole che in esse si debba dapprima rendere omaggio alla scienza, poi all'arte. [...]".

Quanta attualità in queste affermazioni, che ancora oggi hanno validità ed evidenziano la grande lungimiranza e sensibilità della classe politica di allora, che approvò a grande maggioranza il progetto per il Compimento della Carta d'Italia ed il relativo finanziamento.

Ad esse l'Istituto Geografico Militare si è sempre ispirato e non è detto che ci sia riuscito, ma sin dall'inizio ha improntato la sua attività di ricerca e sviluppo in prodotti geotopocartografici non solo per soddisfare i compiti istituzionali affidatigli, ma anche per supportare gli altri settori scientifici interconnessi.

Sotto tale aspetto si possono inquadrare tutti quegli interventi che hanno concorso a fornire supporto e a documentare le attività scientifiche di spedizioni in territori, il più delle volte, molto lontani da quello nazionale.

Le numerose spedizioni di Luigi Amedeo di Savoia, meglio noto con il solo titolo nobiliare di *Duca degli Abruzzi*, furono tra le prime ad utilizzare le moderne tecnologie di rilevamento basate su prese fotogrammetriche terrestri, impiegando strumenti ideati dall'ing. Pio Paganini dell'Istituto Geografico Militare.

Il Duca degli Abruzzi

Luigi Amedeo di Savoia (1873-1933) ebbe una tale passione per l'alpinismo che fin dall'età di sei anni ebbe modo di conoscere le Alpi occidentali con le guide più famose del tempo, scalando il Monte Bianco con l'alpinista Rey ed il Monte Cervino con Mummery e Collie.

La prima spedizione fuori del territorio nazionale lo vide nel giugno-luglio del 1897 in Alaska alla conquista della terza vetta del continente nordamericano, il Monte Sant'Elia (5489 m), che, come riferito nella relazione del Dott. Filippo De Filippi, medico al seguito della spedizione del Duca, "*fu esclusivamente alpinistica. Essa aveva un solo scopo, raggiungere la vetta del Sant'Elia; ed ogni altra cosa venne naturalmente subordinata ad esso. [...] Si dovette rinunciare a tutto ciò che poteva ritardare la marcia, abbandonando ogni oggetto non strettamente indispensabile, [...] perciò non si potè fare nessun lavoro topografico, né altre ricerche scientifiche regolari.*" Partendo dalla costa della Baia di Yakutat, la vetta del Sant'Elia fu raggiunta il 31 luglio 1897 dopo soli 37 giorni di marcia per un itinerario di circa 90 km attraverso i ghiacciai Malaspina, Seward, Agassiz e Newton.

Durante la spedizione furono comun-

que effettuate osservazioni meteorologiche e glaciologiche, furono raccolti campioni mineralogici e faunistici ed eseguite misure altimetriche, utilizzando due barometri Fortin a mercurio, che, sebbene impiegati in avverse condizioni ambientali, consentirono al Duca di determinare la quota del Sant'Elia in 5514 metri con uno scarto di soli 25 metri rispetto alla quota oggi riconosciuta in 5489 metri.

Se la spedizione in Alaska fu esclusivamente alpinistica, altrettanto non si può dire di quella che il Duca effettuò nel 1909 sul massiccio del Karakorum, durante la quale furono eseguiti i primi rilievi di fotogrammetria terrestre al di fuori del territorio nazionale, impiegando l'*apparecchio fototopografico mod. 1897*, concepito dall'ingegnere Pio Paganini dell'Istituto Geografico Militare, costruito dalle Officine Galileo di Firenze e realizzato per essere utilizzato nei rilevamenti speditivi delle colonie alla scala 1:50.000 e 1:100.000.

Nella relazione sulla spedizione redatta dal Tenente di Vascello Marchese Federico Negrotto Cambiaso, ufficiale di ordinanza del Duca, l'apparato fototopografico mod. 1987, il metodo di rilievo e le tecniche utilizzate sono ampiamente descritte e dimostrano quanto attentamente il Negrotto avesse seguito gli insegnamenti impartitigli dall'ing. Paganini presso l'Istituto Geografico Militare e li avesse messi in pratica durante la spedizione.

Lo stesso Paganini, uomo molto parco di parole, in una sua conferenza presentata alla Società Geografica Italiana così si esprime nei confronti del Negrotto: *"Il tenente di vascello marchese Negrotto, intelligente, dotto e attivissimo ufficiale, nell'inverno del 1909 acquistò prontamente cognizione e pratica dell'apparecchio mod. 1897 che la spedizione nel Karakorum doveva portare seco."*

Questo *apparecchio fototopografico*, così denominato dal Paganini, utilizzava lastre di vetro di 18x24cm con il lato maggiore orizzontale e montava un obiettivo Zeiss grandangolare di 182 mm di focale con un campo orizzontale di 67° e verticale di 54°. Lo strumento era montato su un treppiede, che consentiva di ottenere una presa panoramica sui 360° con solo sei fotogrammi.

In poco più di un mese, tra il 25 maggio ed il 2 luglio del 1909, furono eseguite 22 stazioni fotogrammetriche per un totale di 106 negativi su lastre di vetro.

La regione rilevata comprendeva l'anfiteatro Concordia del Ghiacciaio del Baltoro, il Ghiacciaio Godwin Austen fino alla Sella dei Venti ad est del K2 ed il Ghiacciaio Savoia ad ovest del K2.

"Fu peccato, scrive il Negrotto nella sua relazione tecnica, *che la mancanza di altre lastre fotografiche non abbia permesso di estendere il rilievo anche a Sud, sul braccio meridionale del Baltoro, fino al Broad Peak, la cui ascensione fu pure uno degli obiettivi della spedizione"*.

Oltre le prese fotografiche eseguite dal Negrotto, furono eseguite anche dal fotografo Cav. Vittorio Sella e dal suo aiutante Erminio Botta numerose fotografie panoramiche, che concorsero a meglio individuare alcuni punti utili al rilevamento fotogrammetrico *"in mezzo a quel dedalo di cime e di picchi facili a*

confondersi all'occhio dell'osservatore".

Così scriveva l'ing. Paganini nella sua relazione, redatta il 25 febbraio 1912 e pubblicata sul Bollettino della Società Geografica Italiana, per evidenziare le difficoltà incontrate durante l'allestimento della carta, che fu elaborata nel 1910 presso l'Istituto Geografico Militare, un anno dopo il rientro della spedizione.

L'ing. Pio Paganini

L'ing. Pio Paganini (1848-1916) aveva sviluppato a partire dal 1878 gli studi sull'impiego della fotogrammetria terrestre.

In realtà questi studi erano stati iniziati presso l'Istituto Geografico Militare nel 1875 dal Tenente di Stato Maggiore Michele Manzi al quale va il merito di aver sensibilizzato l'ambiente scientifico all'impiego della fotografia come integrazione del rilievo diretto eseguito con la tavoletta pretoriana e la stadia. Il rilievo del Ghiacciaio di Bart, eseguito nel 1875 dal Manzi e quello dell'altipiano del Moncenisio, effettuato l'anno successivo, furono giudicati da una commissione dell'I.G.M. *"una perniciosa tendenza a raccogliere insufficienti ed incerti dati di campagna per costruire poeticamente le mappe in ufficio"*.

Il Ten. Manzi non fu preso sul serio e fu trasferito a Napoli.

Il suo esperimento rimase per due anni nei cassetti, fino a quando cioè il Col. Ferrero sottopose al Ten. Gen. Emerico Mayo, secondo Direttore dell'I.G.M. subentrato al Ten. Gen. Ezio De Vecchi nel maggio del 1877, l'intenzione di riprendere gli studi sulla fotografia applicata ai rilevamenti del terreno. La proposta fu accettata e l'incarico della ricerca e sperimentazione su questo nuovo metodo di rilevamento fu affidata all'ing. Pio Paganini.

Il Paganini, animato da un entusiasmo e da un'intraprendenza che lo avrebbero anche in futuro sempre distinto, iniziò nel luglio del 1878 una campagna sperimentale di rilievo sulle Cave di Colonnata nelle Alpi Apuane, dopo aver fatto applicare due cerchi graduati su una macchina fotografica a soffietto montata su treppiede.

Rientrato a Firenze dopo tre mesi, durante i quali aveva eseguito 17 prese fotografiche panoramiche, il Paganini elaborò una carta alla scala 1:25.000 a curve di livello con equidistanza di 5 metri della zona rilevata fotograficamente, utilizzando degli strumenti ausiliari, tanto semplici quanto geniali, da lui stesso inventati: il *rapportatore* ed il *settore grafico* per il riporto della planimetria e lo *squadro grafico* per l'altimetria.

La carta delle Cave di Colonnata è il primo esempio in Italia di rilievo eseguito con il metodo fotogrammetrico, basato su fondamenti ancora oggi scientificamente validi, mentre quello del Ten. Manzi, anche se valido, era in parte affidato alla sua geniale intuizione.

Criticato ampiamente dai colleghi della Reale Società Geografica Inglese, il Paganini eseguì una seconda campagna nel 1879 sulla Serra dell'Argentera nelle Alpi Marittime, eseguendo 21 stazioni fotografiche, e nel 1880 una terza campagna di riprese sul Gran Paradiso nelle Alpi Graie, realizzando 23 fotogrammi.

Dopo tali esperienze il metodo messo a punto dal Paganini poteva ritenersi operativo, visti i positivi risultati ottenuti nel rilevare zone dalle elevate difficoltà morfologiche e considerati gli ampi consensi ricevuti al 3° Congresso Geografico Internazionale, svoltosi a Venezia nel 1881, ed al 1° Congresso Geografico Italiano tenuto a Genova nel 1892 in occasione delle celebrazioni colombiane.

Al primo strumento sperimentale seguirono altri apparati fototopografici progettati e realizzati nel 1884, nel 1889 e nel 1897. Quest'ultimo, il modello 1897, utilizzato dal Duca per la spedizione nel Karakorum del 1909, non era certamente un modello destinato all'impiego in alta montagna.

Nella memoria pubblicata nel 1912 sul Bollettino della Società Geografica Italiana, lo stesso Paganini ne spiega le motivazioni: *"[...] quando il tenente di vascello marchese Negrotto Cambiaso, ufficiale d'ordinanza di S.A.R. il Duca degli Abruzzi, fu indirizzato dall'illustre prof. Jadanza dell'Università di Torino, all'Istituto Geografico Militare ed allo scrivente, per apprendere il metodo in parola ed acquistare un apparato fotogrammetrico per la spedizione,* (l'Officina Galileo di Firenze, ndc.) *non aveva di pronto che un apparato Modello 1897 che fu studiato per i rilievi in Eritrea; questo strumento, se presentava effettivamente non pochi vantaggi sui precedenti per il caso di rapide esplorazioni, cioè: il minor peso e volume, e maggiore facilità di maneggio, era per altro il meno adatto per lavori di altissima montagna; disgraziatamente non vi era tempo sufficiente per la costruzione di un nuovo tipo di strumento recentemente studiato dallo scrivente, che riunisce i vantaggi di quest'ultimo con quelli di apparati costruiti precedentemente."*

Se è pur vero che l'apparato modello 1897 era più leggero e meno ingombrante dei precedenti modelli, è da evidenziare anche che era mancante del cerchio verticale e del cannocchiale ed inoltre aveva un campo verticale di soli 54°, che limitava la ripresa delle vette più alte. Per questo insieme di caratteristiche la restituzione fotogrammetrica fu più complicata, perché, come afferma il Paganini *"[...] le direzioni ai punti trigonometrici e capisaldi secondari si dovevano pure ricavare dalle prospettive, ciò che se semplificava il lavoro attorno allo strumento, doveva naturalmente portare un maggior lavoro in ufficio."*

La carta, che nacque dal rilievo fotogrammetrico eseguito dal Negrotto, fu elaborata nel 1910 presso l'Istituto alla scala 1:100.000 sotto la direzione del Paganini e del Ten. Col. Baglione, coadiuvati dal Cap. Vacchelli e dai Topografi Senno e Galli, che disegnarono la carta nella veste grafica definitiva.

Il rilievo fu appoggiato non solo alla triangolazione secondaria eseguita per il Kashmir come emanazione della grande triangolazione dell'India realizzata dagli Inglesi, ma fu integrato anche da altre misure eseguite durante la spedizione del Duca con un tacheometro per la planimetria e con un barometro per l'altimetria. Dai vertici della triangolazione secondaria, che si estende lungo il corso del fiume Indo, furono intersecate le cime più alte del Karacorum come i due picchi del Masherbrum, quelli del Broad Peak, del Hidden Peak, le tre cime della

cresta del Gasherbrum e quella più alta di tutte: il K2.

È doveroso ricordare che durante questa spedizione il 18 luglio 1909 alle ore 13,30 fu raggiunta la quota di 7493 metri lungo un costone sotto la vetta del Broad Peak di 8.047 m.

Tale quota non era mai stata conquistata prima da alcun alpinista.

Questo primato, rimasto tale fino al 1924 anno in cui fu superato dagli inglesi, si affiancava a quello raggiunto dal Duca il 24 aprile 1900, quando la sua spedizione al Polo Nord toccò la latitudine di 86°34' con la squadra guidata dal Tenente di Vascello Umberto Cagni, comandante in 2a della spedizione.

La notizia della scalata al Broad Peak fece il giro del mondo e a Londra il *Palm Mall Gazette* commentò: *"Al Principe italiano spetta l'onore non solo di avere raggiunto la maggiore latitudine nordica, ma anche quella di avere toccato la maggiore altezza sulla superficie della terra"*.

Il Duca e la toponomastica

L'ing. Paganini, che nel realizzare la carta aveva ben compreso le difficoltà alpinistiche incontrate dal Duca, si espresse in termini lusinghieri nei suoi confronti, annotando in una memoria: *"che nell'interesse della storia, a ricordo di questa spedizione nel Karakorum, come si è dato il nome dell'illustre colonnello Everest alla cima dell'Himalaja, come spetta quello di Godwin Austen alla cima del K2, [...], così sarebbe ragionevole che al Broad Peak venga sostituito il nome glorioso di Luigi di Savoia Duca degli Abruzzi"*.

Il desiderio del Paganini non si avverò per il Broad Peak, però lo spirito esplorativo e scientifico del Duca ha avuto ugualmente numerosi riconoscimenti a livello mondiale, che ne immortalano non solo la sua personalità, ma anche il suo nome. Infatti il toponimo *Luigi di Savoia Duca degli Abruzzi* si incontra assegnato a numerosi luoghi geografici di tutti i continenti, ad eccezione dell'Australia.

In Europa, nella catena del Monte Bianco, si trova il *Picco Luigi Amedeo* a quota 4470 metri.

In Asia, nella catena del Karakorum, è presente il *Ghiacciaio Duca degli Abruzzi*, che conduce all'attacco dell'Hidden Peak meglio noto come Gasherbrum (8068 m), la *Sella Abruzzi* e lo *Sperone Abruzzi* a 8611 metri. Lungo questo sperone, che costituisce parte integrante della via per il K2, la spedizione alla conquista della seconda vetta del mondo, organizzata dal Club Alpino Statunitense e guidata dall'alpinista Houston, ritrovò nel 1938 a circa 6600 metri un frammento di una cassetta di viveri ed una piazzola per tenda, quale traccia del passaggio del Duca, che aveva tentato l'ascensione al K2 prima di ripiegare su quella al Broad Peak. Questa rinuncia non va vista come una sconfitta, ma va a sottolineare la personalità del Duca, che prima di essere un esploratore ed un alpinista era un ufficiale responsabile dei suoi uomini al punto di annotare nel suo diario che "*non si poteva sperare di condurre a termine un'ascensione così lunga e formidabile, quando fin dai primi passi si incontrano tali difficoltà.*"

In Africa, ad un monte della catena

del Ruwenzori è stato imposto il toponimo di *Monte Luigi di Savoia*.

In America, nella Terra del Fuoco, sono presenti il *Ghiacciaio Luigi di Savoia* ed il *Monte Luigi di Savoia* di 2469 metri, quale vetta più elevata della Catena Darwin.

In Antartide, nell'Isola Wiencke dell'arcipelago Palmer, è presente il *Luigi di Savoia Peak* di 1406 metri.

Quale miglior gloria può essere riconosciuta ad un esploratore se non quella di avere il proprio nome assegnato a luoghi geografici sparsi in tutto il mondo?

I negativi su lastra di vetro delle prese fotogrammetriche effettuate durante la spedizione al Karakorum del 1909 sono gelosamente custoditi presso l'Archivio Fotografico dell'Istituto Geografico Militare, unitamente ai negativi di tante altre spedizioni italiane famose, e le copie su carta, che ancora oggi si possono ottenere, restituiscono immagini affascinanti di quelle vette e contribuiscono a rendere vive le imprese del Duca degli Abruzzi, che continueranno a suscitare interesse e vitalità per le generazioni a venire, quale esempio di intrepida arditezza ispirata alla conquista ed al progresso dell'umano desiderio di approfondire le conoscenze geografiche del nostro pianeta.

Bibliografia

ABBAGNANO N., ABETTI G., ALMAGIA' R., GEYMONAT L., *Storia delle Scienze*, Torino 1965.

AMEDEO L. DI SAVOIA, *Esplorazione nei Monti del Karakoram*, Roma 1910.

CURI E., *Il Principe esploratore*, Rovereto 1935.

DAINELLI G., *La conquista della Terra*, Torino 1950.

DAINELLI G., *Esploratori ed alpinisti nel Caracorum*, Torino 1959.

DE FILIPPI F., *La spedizione del Duca degli Abruzzi al Monte Sant'Elia*, Milano 1900.

DE FILIPPI F., *La spedizione nel Karakorum e nell'Himalaya occidentale - 1909*, Milano 1911.

DERRY T.K., WILLIAMS T.I., *Storia della tecnologia*, Oxford 1960.

MORI A., *La Cartografia Ufficiale in Italia e l'Istituto Geografico Militare*, Roma 1922.

PAGANINI P., *Rilievi fotogrammetrici nella regione del Karakoram eseguiti dalla spedizione di S.A.R. il Duca degli Abruzzi*, Estratto dal Bollettino della Società Geografica Italiana Fasc. VIII, Roma 1912.

PAGANINI P., *Apparato fototopografico per levate rapide al 50.000 e 100.000 per ricognizioni Militari e per viaggi d'esplorazione (modello 1897)*, Estratto dalla Rivista Marittima Fasc. agosto-settembre 1897, Roma 1897.

SPERONI G., *Il Duca degli Abruzzi*, Milano 1991.

ROCCE DIGITALI E C.A.R.S. PER CARTOGRAFIA A MEDIA SCALA

Antonio Arrighi (*), **Lino Di Rienzo** (**), **Alessandro Di Rita** (***)

(*) Istituto Geografico Militare – 2° Direzione della Produzione,
(**) Istituto Geografico Militare – Direzione Lavori, Ricerca e Sviluppo,
(***) Istituto Geografico Militare – Direzione della Produzione

1. Introduzione

La necessità di risolvere il problema della rappresentazione delle formazioni rocciose, sulla nuova cartografia alla scala 1:25000, nasce dalla resa grafica ottenibile per mezzo della tecnica della restituzione numerica: infatti, l'applicazione lungo la geometria di digitalizzazione di un pattern standard precostituito non è soddisfacente in termini di rappresentatività delle rocce.

Questa condizione diviene critica, dal punto di vista informativo, a livello di database dove le forme geometriche appaiono sul videografico così schematizzate da prevedere per le aree occupate da ammassi rocciosi solo domini delimitati dalla linea perimetrale.

Poiché le zone rocciose non subiscono in genere alterazioni significative nel tempo, è sembrato logico attingere a quanto realizzato nel passato cercando di individuare un metodo che permettesse il recupero in forma digitale del disegno tradizionale delle rocce realizzate da disegnatori specializzati e nello stesso tempo coniugare rigore geometrico ad elevata qualità grafica.

Occorre comunque tenere presente che la rappresentazione delle forme del rilievo del terreno (orografia) è un problema cartografico difficile da risolvere poiché si tratta di tradurre un fenomeno tridimensionale variabile quantitativamente in modo continuo lungo le due dimensioni del piano.

La soluzione classica è ottenuta combinando due tecniche complementari: quella di composizione geometrica e quella di effetto plastico.

La prima è relativa ai punti quota ed alle curve di livello, mentre la seconda riguarda essenzialmente il tratteggio artistico imitativo, l'ombreggiatura e le curve di livello medesime, a seguito dell'effetto di raggruppamento in concomitanza dell'aumento di pendenza del rilievo.

I punti quota rappresentano la soluzione più semplice del problema posto e nel contempo forniscono una rappresentazione perfettamente definita in senso puntuale dell'altimetria del terreno, tuttavia sono totalmente inespressivi dal punto di vista della variabilità delle for-

me del rilievo, tanto è vero che sulle carte topografiche hanno un ruolo per lo più secondario in quanto essenzialmente facilitano l'identificazione della quota delle isoipse.

Per contro, le curve di livello costituiscono una raffigurazione efficace della variabilità dell'elevazione del terreno soprattutto se disegnate integralmente ovvero senza discontinuità e con appropriata equidistanza costante. Esse infatti consentono di evocare le forme del terreno attraverso il processo mentale determinato dal loro addensarsi e diradarsi a seguito della variazione di pendenza della superficie del suolo. Tuttavia l'immagine tridimensionale che se ne ricava non è caratterizzata da un apprezzamento intuitivo immediato in quanto l'espressione plastica può essere falsata quando le curve sono serrate e raggruppate in fasci paralleli in presenza di terreno in pendenza e poco frammentato ed in concomitanza ad un'equidistanza ridotta, oppure quando le curve di livello sono parallele e fortemente addensate (*fig. 1*). Resta comunque un metodo adeguato per fornire una definizione geometrica globale ed offrire, a dire il vero in maniera abbastanza moderata, una sensazione tridimensionale complessiva della volumetria del terreno.

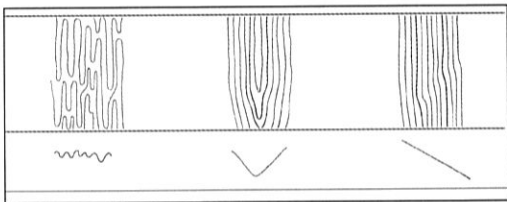



Fig. 1) *Densità sensibilmente prossime e profili nettamente differenti.*

D'altra parte, esistono anche forme del terreno (piccole dimensioni e limitata estensione, particolare condizione accidentata oppure struttura troppo dettagliata) la cui conformazione non viene resa efficacemente dalla sinuosità, talvolta caotica e disordinata, delle isoipse (*fig. 2*), ma che tuttavia, per la loro particolarità, non possono essere trascurate sia per ragioni di informazione generale sulla morfologia di una determinata regione che per la loro connotazione di riferimento topografico.

In particolare, fanno parte di questa categoria le rocce affioranti, le balze rocciose, i massicci rocciosi, ecc. … che sono oggetto di una raffigurazione speciale realizzata a tratteggio più o meno ingrossato (ombreggiato) e a densità variabile in modo da stilizzare e rivelare le accidentalità più notevoli e la maggiore o minore pendenza del terreno.

Tale tecnica di rappresentazione evoca l'aspetto del suolo tanto più efficacemente quanto più la perizia e il gusto artistico del disegnatore si abbinano ad una perfetta conoscenza della morfologia della zona da raffigurare.

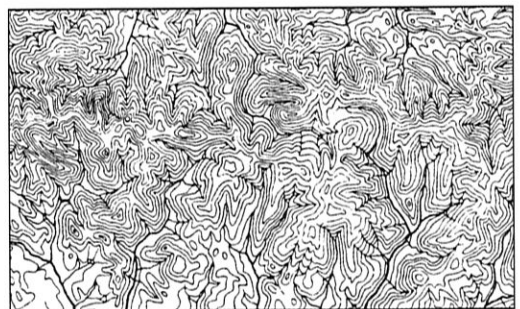



Fig. 2) *Isoipse*

2. Uno sguardo al passato

É a partire dall'inizio del XVIII secolo che ebbe avvio la rappresentazione geometrica dei rilevamenti topografici: le numerose guerre avvenute in quell'epoca imposero la sistematica raccolta di informazioni relative all'acclività dei versanti ed all'estensione delle zone montuose, che spesso ospitavano i confini degli Stati. L'impressione artistica dei monti improvvisamente sorgenti "a mucchi di talpa" dalla pianura (*fig. 3*) non era più sufficiente per stabilire i movimenti più opportuni delle truppe, per la conquista di posizioni chiave, allo scopo di concludere vantaggiosamente le operazioni di guerra. Si iniziò ad abbandonare la tradizionale rappresentazione "paesaggistica" del rilievo, caratterizzata da una simbologia di tipo prospettico ed iconico, per una redazione dei documenti topografici secondo una proiezione ortogonale ovvero secondo un punto di vista zenitale e quindi in base a rigorosi canoni geometrici.

Fig. 3) *La rappresentazione a mucchi di talpa*

L'imitazione grafica diretta delle montagne, tramite le viste di fianco e oblique a volo d'uccello, fu sostituita dall'astrazione convenzionale del tratteggio (*fig. 4*) con

Fig. 4) *La rappresentazione a tratteggio*

segno ingrossato e più scuro nelle zone a forte pendenza unitamente all'aggiunta del lumeggiamento, per conferire ancor più plasticità al rilievo: con l'illuminazione proveniente da Nord-Ovest come quella di una ideale lampada da tavolo.

Dopo circa un secolo si sviluppò una nuova forma grafica e topografica di rappresentazione del rilievo del terreno: si trattava della tecnica delle curve di livello (*fig. 5*) che si impose in modo così rilevante da mettere praticamente fuori gioco il metodo del tratteggio quando, agli inizi del 19° secolo, il rilevamento topografico raggiunse elevati livelli di precisione.

Questa metodologia di registrazione e comunicazione delle forme geometriche

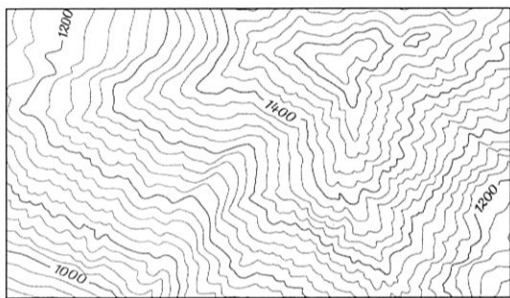



Fig. 5) *La rappresentazione a curve di livello*

del terreno ha raggiunto il massimo livello di efficienza con l'avvento della fotogrammetria, ed in particolare dell'aerofotogrammetria, che ha consentito di soddisfare le esigenze di rapidità esecutiva e di precisione geometrica del rilevamento.

La medesima tecnica ha permesso di risolvere anche il problema grafico della rappresentazione delle zone a forte pendenza, generalmente coincidenti con complesse aree rocciose caratterizzate da difficile accessibilità. La possibilità di effettuare il rilevamento ed il disegno dei particolari rocciosi, allo strumento di restituzione fotogrammetrica e cioè tramite l'osservazione del modello stereoscopico delle rocce medesime, ha aperto la strada ad una procedura di rappresentazione che ha consentito di evidenziarne le caratteristiche morfologiche in modo logico, realistico e riconoscibile. La tecnica seguita, di tracciare dapprima l'inquadramento schematico principale (i punti essenziali e le linee di rottura più evidenti) e quindi di raffigurane gli aspetti di dettaglio tramite tratteggio opportunamente orientato (trasversale alla pendenza e quindi parallelo all'orizzonte per le rocce più tenere e verticale secondo le linee di massima pendenza per le rocce più dure e tenaci), assicura inoltre di localizzarle planimetricamente con la stessa precisione degli altri particolari topografici. La possibilità infine della rappresentazione multicolore, tramite litografia, ha consentito di combinare insieme le varie tecniche (curve, tratteggio e ombreggiatura) venendo incontro all'esigenza della chiarezza espressiva unitamente all'accuratezza metrica; bisogna tuttavia osservare che, come da sempre è evidente nel caso delle aree rocciose, non esiste una soluzione ideale del problema raffigurativo; ogni volta bisogna trovare la migliore soluzione possibile per ciascuna situazione individuale, per ogni specifico problema e scopo in questione. È per questo che un tempo il disegno delle rocce era prerogativa di veri e propri specialisti: "*i roccisti*" (*fig. 6*).

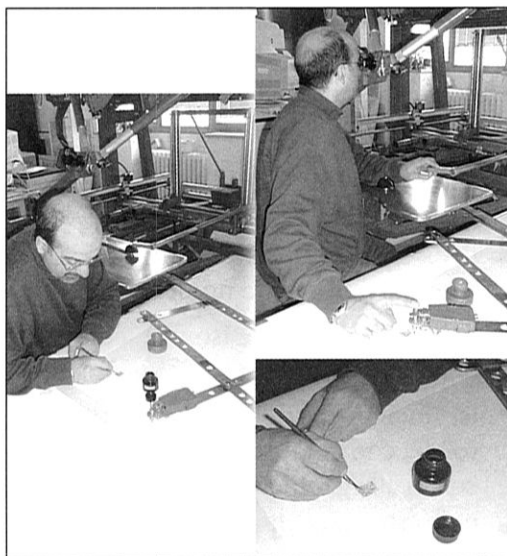



Fig. 6) *La restituzione grafica delle rocce*

3. L'intervento dell'elettronica

Oggi la tecnologia elettronica viene in aiuto per individuare nuove e più pratiche soluzioni al problema esposto con risultati di qualità geometrica ed espressiva certamente non inferiori a quelli delle rappresentazioni convenzionali. In questo ambito le strade percorribili sono di tipo numerico ancorché a livello parziale o totale.

Rientrano nella prima categoria (soluzioni parzialmente numeriche):

- la nuova restituzione grafica e successiva digitalizzazione;
- la lucidatura convenzionale dei tipi della roccia sulle *tavolette* e successiva rasterizzazione.

Mentre sono integralmente numeriche:

- la delimitazione delle aree rocciose mediante retinatura;
- l'inserimento dell'immagine aerea digitale;
- l'applicazione dell'immagine digitale della roccia della vecchia tavoletta;
- il disegno vettoriale tramite CAD in fase di restituzione numerica;
- l'esaltazione delle isoipse comprese nelle aree rocciose;
- la "lucidatura digitale" del tipo della roccia con aggiustamento locale in accordo alla geometria del nuovo rilievo;
- l'applicazione di forme grafiche (*texture*) predisposte preventivamente.

Di seguito una sintetica, ma esauriente descrizione delle metodologie sopra elencate.

3.1. Nuova restituzione tradizionale e successiva digitalizzazione

È il metodo più immediato, ma deve far i conti (soprattutto oggigiorno) con la difficoltà di reperire disegnatori restitutisti dotati di sufficiente abilità e capacità artistica che renda possibile la descrizione coerente delle rocce attraverso le forme e le convenzioni topografiche. Il metodo consiste sostanzialmente nella restituzione ex-novo e nel successivo disegno manuale su supporto trasparente e indeformabile per mezzo di inchiostri corrosivi. Il disegno viene quindi sottoposto a scansione, con conseguente realizzazione di un file raster a toni di grigio georeferenziato identicamente al nuovo rilevamento.

Tra le controindicazioni che sconsigliano di seguire questa strada vi è quella dell'impiego di inchiostri corrosivi che emanano esalazioni dannose alla salute.

3.2. Lucidatura convenzionale dei tipi della roccia sulle tavolette e successiva rasterizzazione

Costituisce l'unica pratica alternativa alla procedura integralmente digitale.

Il metodo consiste nel montare (su un tavolo luminoso) un sandwich di supporti trasparenti.

Il primo è costituito dal plottaggio su pellicola della nuova sezione restituita, il secondo dal *tipo* delle vecchie rocce e il terzo da un supporto plastico indeformabile su cui "lucidare" a inchiostro le rocce "ripassando" quelle già disegnate sul corrispondente tipo della tavoletta (il secondo strato).

L'operazione di disegno va effettuata usando l'accortezza di "muovere" il tipo delle vecchie rocce allorquando è neces-

sario far coincidere esattamente il vecchio disegno con l'orografia rappresentata dal disegno delle curve di livello della nuova restituzione.

L'operazione di adattamento è necessaria quando, ad esempio, il cocuzzolo (riportato dal tratteggio imitativo della tavoletta) non coincide con il corrispondente cocuzzolo evidenziato dalle isoipse di nuova restituzione. Il metodo è valido e di semplice realizzazione ma costringe ad accettare le controindicazioni proprie del metodo tradizionale.

3.3. Delimitazione delle aree rocciose mediante retinatura

Consiste nello scontornare al momento della restituzione l'area rocciosa e nell'applicare all'interno di essa un retino (fig. 7).

Il procedimento comporta però (anche se in tempi certamente brevi) una descrizione delle massa rocciosa inefficace e che dissimula la realtà: è infatti provato sperimentalmente che qualunque forma di sistematismo grafico, esteso su grandi superfici conduce a forme grafiche del tutto inespressive e affatto imitative dei caratteri del terreno. Infatti, come mostra la figura 7, il retino fornisce un senso di approssimazione e/o di non-informazione all'utilizzatore della carta: è interpretabile come un *"warning"*, ovvero «*l'area evidenziata dal retino non è cartografata!*». La soluzione retinata si prefigura pertanto come un ritorno al passato, ovvero ad esempio, alla rappresentazione a mucchi di talpa; anche in questo caso il lettore della carta trae un'informazione molto generica sulla conformazione orografica del terreno.

Si può inoltre osservare che la resinatura comporta un effetto di appiattimento del disegno riducendo pertanto il pur lieve senso 3D fornito dalla presenza delle isoipse. Il procedimento può, tuttavia, trovare un utile impiego nelle carte tematiche dove la componente geometrico-topografica è meno rilevante.

3.4. Applicazione dell' immagine aerea digitale

Il procedimento consiste nell'applicazione, in corrispondenza dell'area rocciosa pertinente all'elemento cartografico interessato, della foto della roccia ripresa da camera aerofotogrammetrica.

Per l'attuazione della suddetta metodologia è necessario:

Fig. 7) *La rappresentazione delle rocce mediante retinatura*

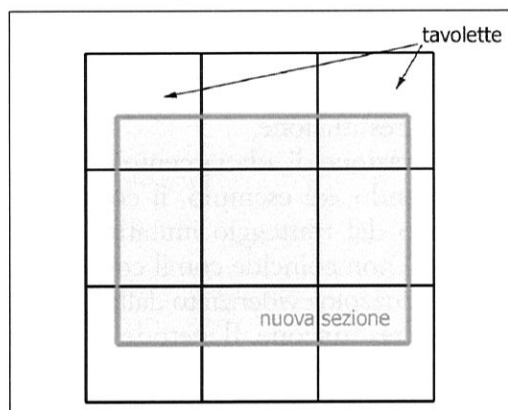
Fig. 8) *La rappresentazione fotografica della roccia*

- scontornare l'area rocciosa in fase di stereorestituzione;
- creare il DTM finalizzato alla realizzazione dell'ortoimmagine da inserire nel perimetro prima definito (*fig. 8*);
- rasterizzare le foto aeree;
- realizzare l'ortofoto della zona rocciosa.

In prima istanza sembrerebbe la soluzione del problema: infatti, poiché l'immagine fotografica rappresenta la realtà, è evidente che appare semplicisticamente la migliore rappresentazione delle rocce.

In effetti la soluzione prospettata non è esente da inconvenienti:
- il procedimento non fornisce informazioni nelle zone in ombra (tendenti, in fotografia, al nero) come in quelle particolarmente riflettenti (tendenti, al bianco);
- l'editing dell'immagine, che consiste in un bilanciamento fotografico delle diverse luminosità (ovvero, schiarire le zone scure e scurire quelle chiare), è processo certamente non banale;
- il trattamento di cosmesi fotografica non consente, comunque, di evidenziare informazioni nelle zone che hanno subito gli effetti di sovra e sottoesposizione.

3.5. Applicazione dell'immagine digitale della roccia quale era sulla vecchia tavoletta

Il metodo prevede la digitalizzazione delle rocce, così come disegnate sulle tavolette, e la successiva applicazione sui dati raster della nuova restituzione. Si presenta come il metodo più razionale e

logico per sfruttare completamente il disegno esistente con il vantaggio di evitare ulteriori interventi.

Il diverso taglio cartografico delle sezioni alla scala 1:25000 rispetto alle vecchie tavolette, costringe però a mosaicare fino a 9 diverse tavolette per "montare" una nuova sezione. Per questo l'assemblaggio della sezione comporta una composizione cartografica quanto meno disomogenea dal punto di vista del disegno.

Pertanto, il nuovo elemento cartografico (la sezione) è caratterizzato, per lo più, da eterogeneità di rappresentazione tra le zone del vecchio (tavolette) e del nuovo rilevamento.

È evidente, quindi, che per uniformare il tratto grafico risulta necessaria una consistente fase di editing.

Un'ulteriore considerazione va fatta sul disegno delle rocce sulle tavolette che generalmente è residente su un supporto cartografico (il "tipo") dove convive (a seguito di illustrazione a tratto effettuata con pennino e inchiostro corrosivo) con altri particolari cartografici che sono stati stampati su carta con lo stesso

Fig. 9 *Tipologia informativa da eliminare*

colore della roccia, ovvero in nero: in questa circostanza la scansione del "tipo del nero" dove essere ripulita, per mezzo di un qualsiasi software di fotoritocco, da tutti quei particolari estranei alla rappresentazione della roccia.

Il risultato di questa operazione è un file raster, simile nel disegno all'esempio di figura 10, in cui sono presenti delle lacune nel tratto grafico in corrispondenza dei particolari eliminati.

Quindi, oltre all'intervento di ripulitura, occorre effettuare anche un'operazione di restauro finalizzata alla ricomposizione delle zone prive di informazione.

Un altro aspetto da considerare è rappresentato dalle discontinuità nel disegno a tratto in corrispondenza degli attacchi tra elementi cartografici diversi sottoposti a mosaicatura (fig.12). Ciò costringe ad effettuare un nuovo intervento di editing per suturare l'irregolarità all'attacco

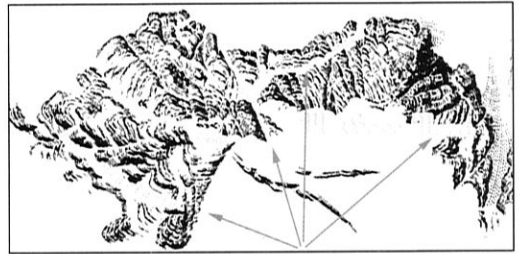



Fig. 10) *Necessità di ricostruire zone prive di informazione*

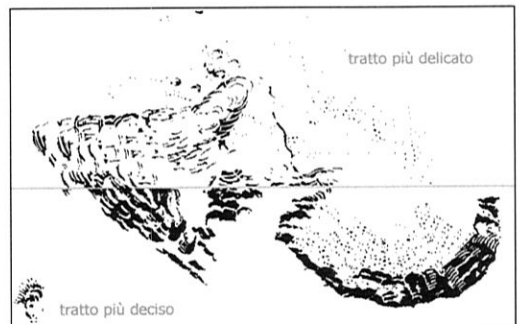



Fig. 11) *Necessità di eliminare le differenze di disegno dovute a mani diverse*

Fig. 12) *Necessità di suturare l'attacco tra elementi cartografici adiacenti*

e al tempo stesso omogeneizzare il tratteggio imitativo fra le zone prospicienti.

L'ultimo intervento correttivo, probabilmente il più pesante, consiste nel ridisegno complessivo delle zone cartografate a suo tempo ed applicate sul nuovo rilevamento; l'intento è quello di conformare il vecchio tratto grafico al disegno del nuovo elemento cartografico (*fig. 11*).

In conclusione, si può osservare che il procedimento appena descritto, anche se valutabile in prima istanza come la soluzione più logica del problema proposto, in realtà appare verosimilmente come quello di più difficile applicazione.

3.6. L'esaltazione delle isoipse tracciate all'interno delle aree rocciose

È un metodo semiautomatico; infatti, consente di evidenziare i tratti di isoipse che attraversano le aree rocciose tramite interventi in parte interattivi e in parte automatici. Nella figura 13a si può osservare come, in fase di restituzione, vengono scontornate le aree corrispondenti ad affioramenti rocciosi. Quindi, per mezzo del software di rasterizzazione, si provvede alla "vestizione" automatica dei tratti di isoipse, compresi all'interno delle aree scontornate, con attribuzione di colore diverso da quello standard (ad es. nero invece di bistro; vds. figg. 13 b, c).

Va sottolineato il fatto che il procedimento è strettamente legato ai criteri di cattura delle aree scontornate in restituzione. In genere vengono delimitate quelle aventi estensione significativa in rapporto alla scala di rappresentazione ed inoltre con carattere di particolare evidenza nella zona di intervento. Ne deriva che gli affioramenti a sviluppo prevalentemente lineare non vengono per lo più rappresentati; analogo criterio viene adottato per le rocce sparse e i costoni rocciosi in prossimità di strade o impluvi. Ancorché sia un metodo non completamente soddisfacente, particolarmente in zone a lieve pendenza dove la procedura non può considerare aree rocciose comprese tra due curve di livello successive, ma di estensione superiore al limite di cattura, è indubbio che il processo medesimo è veloce in quanto ad alto tasso di automazione e quindi da non trascurare in quei casi in cui l'impatto grafico può essere anche non particolarmente significativo.

3.7. Il disegno CAD in fase di restituzione numerica

In questo caso il tratteggio imitativo della roccia viene eseguito in fase di stereorestituzione numerica; la rappresentazione è realizzata tramite programma CAD ponendo a riferimento il file raster della roccia, esistente sulla vecchia tavoletta, rispetto al nuovo rilevamento fotogrammetrico e ripassando i segni esistenti tramite mouse. Il tratteggio realizzato ha carattere vettoriale ed è contras-

Fig. 13a

Fig. 13b

Fig. 13c

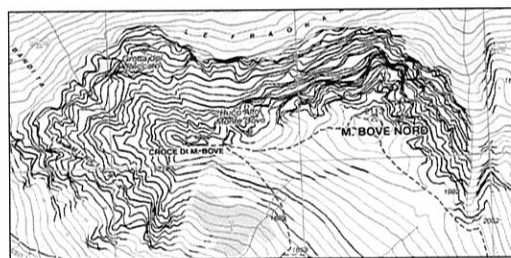



Fig. 14) *Risultato complessivo finale*

segnato da spessore costante e colore nero (*fig. 15*).

La scelta del tipo di tratto da adottare per ricalcare il disegno della roccia sulla tavoletta è regolata dalle primitive geometriche disponibili nel sw CAD. Per ragioni di praticità viene applicata la primitiva *line*. Il restitutista è, pertanto, costretto a ricalcare i baffi di roccia disegnati dal roccista battendo punti isolati lungo il tracciato da ricopiare e, malgrado l'attenzione e la cura poste nell'operazione, la memorizzazione sarà inevitabilmente relativa ad una spezzata e non ad una linea liscia e quindi smussata. Una rappresentazione delle rocce siffatta fa assumere al tratteggio imitativo un aspetto "graffiato" e spigoloso: in effetti è praticamente impossibile sia la regolazione misurata degli spessori del tratto che il dosaggio controllato della tonalità del nero. Risulta inoltre assai laborioso adattare il file raster a riferimento rispetto al file della nuova restituzione, in quanto il primo è monolitico e quindi non può essere spostato per parti indipendenti rispetto al resto. Inoltre, poiché la conversione vector-raster utilizzata per

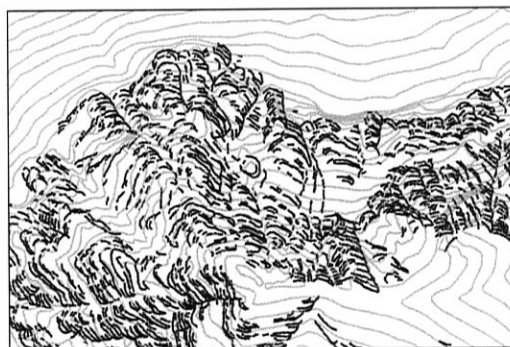



Fig. 15) *La rappresentazione vettoriale della roccia*

questo tipo di dato fornisce un file bitmap a tratto e non a toni di grigio, è necessario rasterizzare l'intera sezione ad alta risoluzione per ottenere una qualità grafica accettabile ovvero priva di linee scalettate. Il risultato complessivo è, in genere, poco soddisfacente poiché la rappresentazione della roccia ottenuta con questo metodo appare spiccatamente inespressiva. Il metodo risulta essere molto lento e poco affidabile in termini di precisione geometrica.

3.8. La "lucidatura digitale" del tipo della roccia abbinata all'adattamento geometrico locale Rispetto al nuovo rilievo

La lucidatura digitale del tipo esistente della roccia, abbinata al suo aggiustamento geometrico locale rispetto al nuovo rilevamento, rappresenta la soluzione ottimale in quanto non è caratterizzata dagli inconvenienti segnalati per le altre ipotesi operative. Le apparecchiature ed i software che sono stati utilizzati sono di origine commerciale, ovvero accessibili in qualunque momento:

- scanner piano tipo Epson Expression© 1640 XL;
- tavoletta grafica tipo Wacom Intuos© GD1218, penna elettronica tipo Wacom Intuos© GP-300E;
- PC equipaggiato con processore da 450MHz - 128Mb RAM - 8Gb di spazio libero su HD - scheda grafica Matrox Millennium©;
- software di fotoritocco Adobe Photoshop© 6.0 o superiore.

La prassi operativa può essere descritta nel modo seguente:

- il *file* raster a tipi riuniti della nuova restituzione, prodotto col software di rasterizzazione impiegato, viene convertito in formato TIFF (questa fase è necessaria per poter trattare il file mediante l'impiego di programmi commerciali in grado di gestire più livelli in trasparenza);
- il file TIFF così prodotto, è ricampionato (per contenere l' ingombro di memoria) a 508 dpi e trasformato da RGB a 256 toni di grigio. Il valore di 508 dpi è frutto di sperimentazione, in quanto è stato verificato praticamente, che tale risoluzione (sottomultiplo di quella usata dall'I.G.M. per il plottaggio delle pellicole) è la minima indispensabile per garantire un buon risultato;
- viene quindi effettuata la scansione del disegno della roccia (alla stessa risoluzione di quella usata per la nuova restituzione in toni di grigio) indifferentemente dal supporto plastico originale o da una copia su carta. É possibile limitare l'ingombro di memoria evitando di rasterizzare tutta la tavoletta: è sufficiente per questo acquisire *tile* (*fig. 16*) della zona da rappresentare. La disponibilità di hardware adeguato (512 Mb RAM, processore 800 MHz, memoria di massa 3 Gb liberi su dischi da 7500 rpm) consente invece il caricamento dell'intera tavoletta. In questo modo è possibile evidenziare le zone in cui sono rappresentate le rocce: ciò facilita ed accelera l'individuazione dei particolari da "lucidare";
- per permettere la perfetta sovrapposizione del vecchio e del nuovo rilievo si

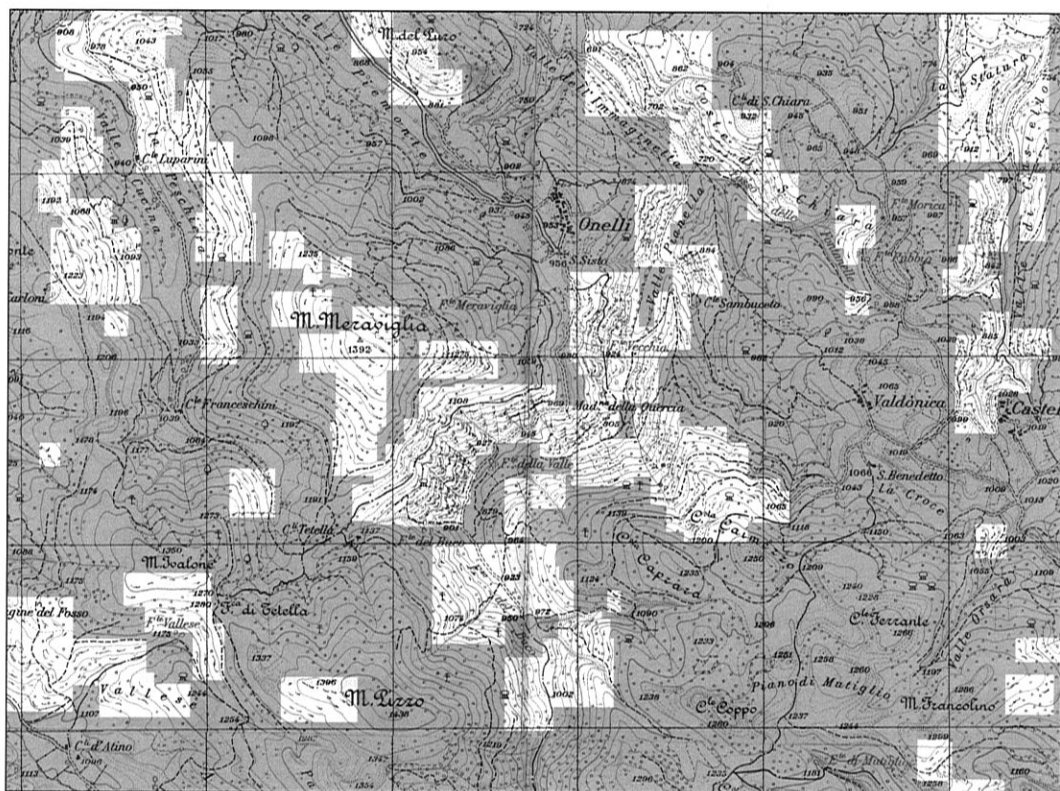



Fig. 16) *Come evidenziare i tile da "lucidare"*

procede alla rotazione della scansione del vecchio 25000 fino a che il reticolato chilometrico di questa non sia sovrapponibile a quello del nuovo rilevamento. Tale operazione risulta ovviamente indispensabile in quanto le scansioni sono ruotate, nella quasi totalità dei casi, in modo del tutto casuale (*fig.17*);

- si crea quindi, utilizzando il software di fotoritocco, un nuovo *file* su cui dove si importano (su due livelli distinti, appositamente creati):
- il TIFF del nuovo rilevamento (sul primo livello) vedi fig.20;
- la scansione del vecchio 25000 (vecchie rocce) ruotato in modo congruente al nuovo rilevamento;
- a questo punto si crea un ultimo livello (il 3°) trasparente e di dimensioni identiche alla sezione cartografica da elaborare. Gli altri due livelli vengono invece visualizzati con una trasparenza, con parametri variabili a seconda delle rispettive qualità del tratto, comunque quantificabile in media intorno al 50%. Il primo e l'ultimo dei tre livelli sono mantenuti rigidamente in sovrapposizione bloccandoli tra di loro con uno strumento del software di

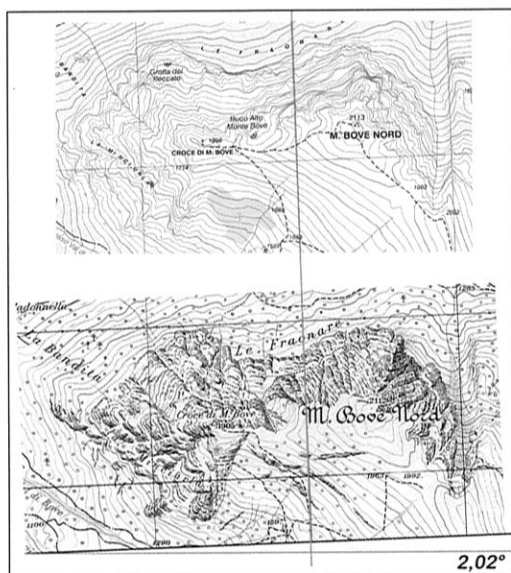
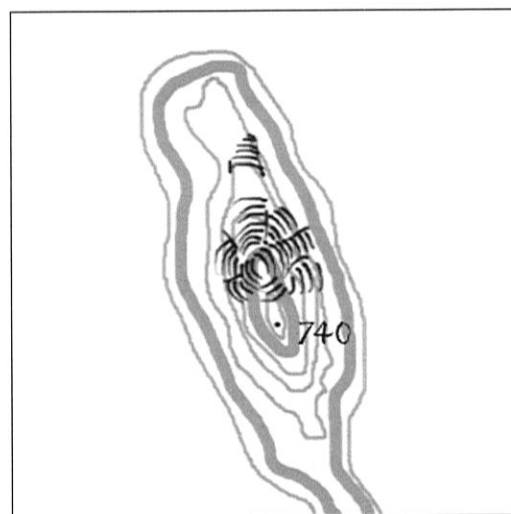



Fig. 17) *Rotazione della scansione del vecchio 25000*

fotoritocco, mentre il secondo (quello delle vecchie rocce) viene lasciato mobile per essere sottoposto a piccole traslazioni per poter rendere il disegno aderente al nuovo rilevamento (*vedi figg. 19, 20*). Questa necessità è particolarmente ricorrente in corrispondenza di cocuzzoli ed impluvi: i tratteggi imitativi di queste forme quasi mai coincidono perfettamente con gli stessi particolari evidenziati dalle curve di livello del nuovo rilevamento. Sul livello 3 (trasparente), si procede alla "lucidatura" con pennello elettronico della vecchia roccia la cui geometria risulterà congruente per costruzione, con quella del nuovo rilevamento (*fig. 19*).

Il pennello deve essere parametrizzabile a piacere per conservare la lumeggiatura utilizzata nel disegno a pennino ed inchiostro delle rocce della tavoletta. La regolazione ottimale della penna elettronica prevede dimensioni di 4 - 5/6 pixel (luce-ombra) e dissolvenza 50, in dimensione ed in opacità, per sfumare il tratto, nella parte terminale, in modo da simulare l'effetto del pennino Gillot (*fig. 18*); per la "lucidatura" che, anche se effettuata mediante strumenti digitali, è pur sempre realizzata a "mano libera", si è dimostrato fondamentale l'uso della tavoletta grafica, meglio se di formato A3;

- una volta terminato il disegno, vengono eliminati i livelli 1 e 2. Si salverà solo il livello che contiene le nuove rocce (il terzo) (vedi fig. 21, 22, 23). Quest'ultimo viene salvato in formato TIFF con fondo trasparente. Il file finale risulta geometricamente congruente con la topografia rilevata in fase di stereorestituzione numerica

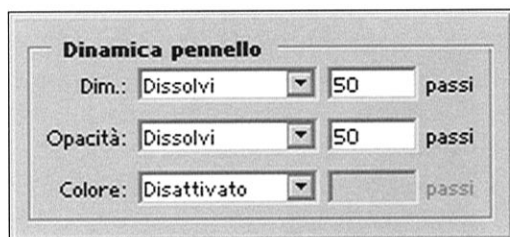



Fig. 18) *La gestione del pennello*

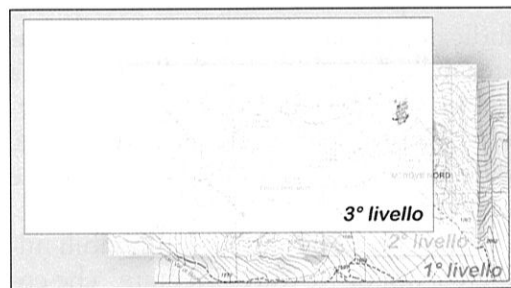



Fig. 19) *Gestione delle trasparenze*

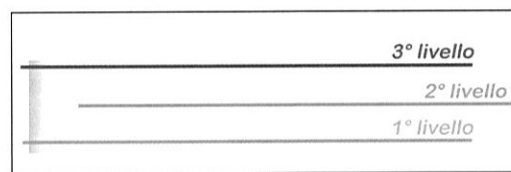



Fig. 20) *I tre livelli sovrapposti con il primo e il terzo rigidamente collegati*

Fig. 21) *I tre livelli sovrapposti in fase di lucidatura*

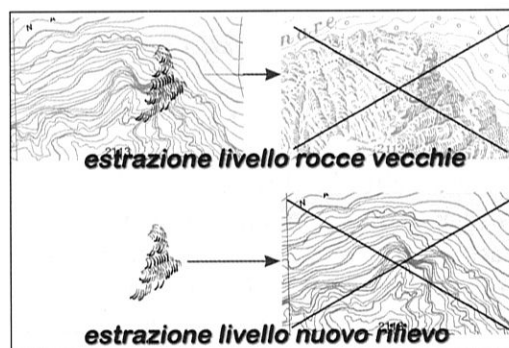



Fig. 22) *Estrazione dei livelli 1 e 2*

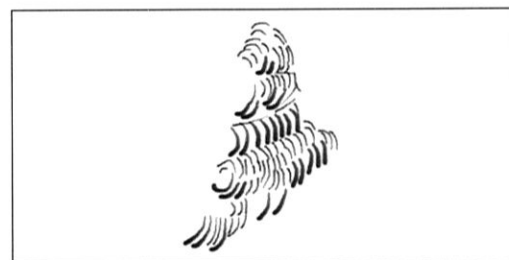



Fig. 23) *Ciò che rimane: il file raster delle nuove rocce*

e quindi perfettamente inseribile nel sandwich di file raster di plottaggio per la realizzazione delle pellicole destinate alla stampa litografica.

3.9. Le texture precostruite

Anche se in precedenza si è osservato che "*...qualunque forma di sistematismo grafico, esteso su grandi superfici, condurrebbe a delle forme grafiche del*

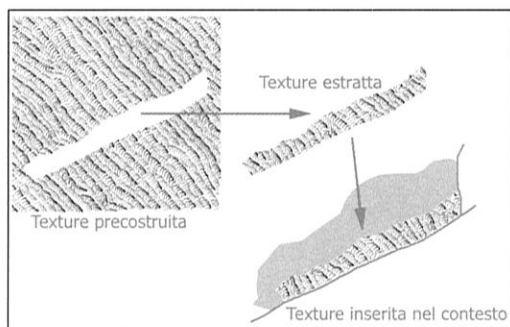



Fig. 24) *Esempio di applicazione delle texture precostruite*

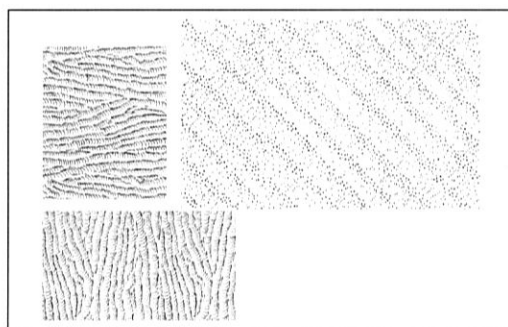



Fig. 25) *Alcuni esempi di texture precostruite*

tutto inespressive e affatto imitative della realtà...", occorre, tuttavia, tenere conto del fatto che in alcuni casi ciò è possibile. Infatti l'impiego di *texture* precostruite, laddove ci si limita a fornire informazioni morfologiche di carattere solo indicativo e quindi dove non è necessaria la corrispondenza tra segno grafico e situazione sul terreno, ma essenzialmente è sufficiente la segnalazione dell'esistenza di situazioni singolari, diviene una soluzione percorribile.

È questo il caso, ad esempio, di costoni rocciosi lungo corsi d'acqua o lungo strade e di affioramenti rocciosi sparsi, ovvero di condizioni distintive del terreno di estensione contenuta o che si sviluppano prevalentemente in dimensione longitudinale.

La tecnica realizzativa, naturalmente di tipo interattivo, (*fig. 24*) consiste essenzialmente:

- nell'evidenziare l'area all'interno della quale disegnare le rocce;
- nello scegliere la texture più adatta fra quelle prodotte e registrate in un apposito file;
- nell'inserire la forma standard prescelta nell'area selezionata.

Il metodo consente di accelerare notevolmente il disegno dell'intero file delle rocce perché si evita, nelle aree prima indicate, di adattare continuamente il raster delle "vecchie rocce" alla geometria del nuovo rilevamento, ed inoltre si ovvia, sempre nelle analoghe circostanze, di ridisegnarlo in modo scrupoloso e completo.

Da segnalare che sono utilizzabili numerosi tipi di "texture orientate" che coprono un'ampia varietà di tratteggi imitativi, dalla sabbia agli affioramenti sparsi; ciascun tipo è inoltre disponibile secondo orientamenti variabili di 45° su tutto l'angolo giro per agevolarne l'adattamento alla disposizione della roccia da rappresentare (*fig. 25*).

4. L'applicazione dello sfumo automatico (Computer Aided Relief Shading)

La possibilità di disporre di un DTM ad alta risoluzione (*fig. 27*), realizzato

automaticamente, quindi a basso costo, per tutte le sezioni cartografiche di nuova produzione e la maggiore leggibilità che ne può derivare, suggeriscono l'applicazione dell'ombreggiatura anche per la scala 1:25000 oltre che a quella alla scala 1:50000.

All'I.G.M., ormai da anni, l'ombreggiatura è ottenuta dal DTM, con proprio software, che integra algoritmi di "hill shading" (calcolo della riflettanza in funzione di una sorgente luminosa e della posizione spaziale del pixel) e criteri di lumeggiamento, utilizzati dagli sfumisti per conferire alla rappresentazione tradizionale un efficace effetto plastico. (*figg. 26, 28*).

La ragione di questa ipotesi realizzativa si giustifica col fatto che l'evoluzione tecnologica ha cambiato molte cose tra cui il supporto per la progettazione di massima delle opere infrastrutturali che oggi è quasi esclusivamente digitale. Di conseguenza, la necessità di disegnare con grande chiarezza sulla carta 1:25000 (ovvero disporre di un supporto cartografico con fondo prevalentemente bianco su cui poter tracciare e leggere con facilità) ha forse perso d'importanza. Pertanto, è possibile privilegiare gli usi non specialistici di cui tale carta è suscettibile ed aggiungere tra i colori di stampa anche il grigio dell'ombreggiatura per favorire la lettura delle forme orografiche del terreno (*fig. 28*).

Fig. 26) *Gli sfumisti*

Fig. 27) *La visualizzazione del DTM*

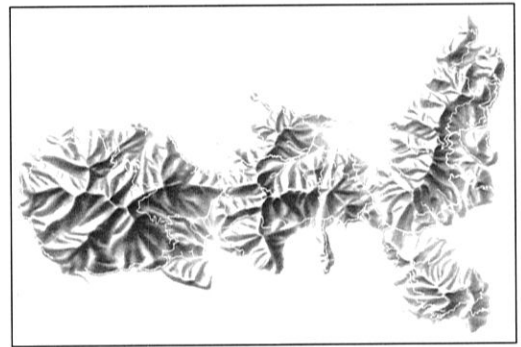



Fig. 28) *Il file raster con l'immagine dello sfumo*

5. Conclusioni

La realizzazione di carte topografiche precise anche in zone a geomorfologia accidentata e quindi rocciosa viene incontro all'esigenza di prevenire i pericoli naturali e di agevolare al tempo stesso at-

tività umane quali per esempio la realizzazione di infrastrutture di collegamento o finanche l'esercizio dell'attività alpinistica o addirittura studi geomorfologici che possono trarre grande vantaggio da rappresentazioni accurate delle masse rocciose al fine della ricostruzione delle principali strutture geologiche del territorio esaminato. In presenza di un tratteggio imitativo curato e capillare, il geomorfologo può eseguire studi preliminari sui processi a cui è stato sottoposto il territorio. Si può capire come sia importante la qualità della rappresentazione delle rocce per questi studi i quali non potrebbero essere condotti in presenza di retinature o di metodi similari che non danno informazione circa l'effettiva posizione del particolare affiorante.

È evidente quindi, quanto sia sentita l'esigenza di rappresentare in modo leggibile, esteticamente piacevole e topograficamente corretto le aree rocciose anche in presenza di metodologie di rilevamento che fanno ricorso alla tecnologia digitale, come è appunto il caso della carta topografica alla scala 1:25000 dell'I.G.M.

Per le motivazioni summenzionate non si è ritenuto conveniente ricorrere a procedure automatiche di disegno, come ad esempio l'uso di funzioni random che aiutano a modellare analiticamente le forme naturali del terreno, perché metodologie siffatte sono ancora in fase di studio ed elaborazione in centri specializzati nel settore; infatti, non esistono in commercio software specialistici in grado di simulare completamente il lavoro manuale del disegno della roccia, né tanto meno i risultati degli automatismi conseguiti rag-

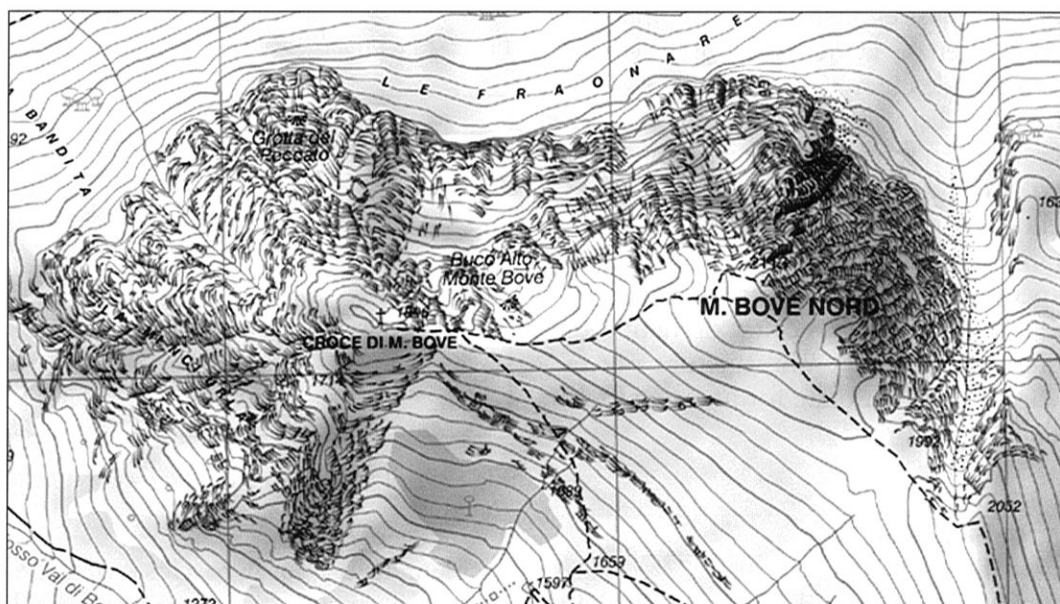



Fig. 29) *L'effetto complessivo delle rocce digitali e dello sfumo automatico*

giungono il livello qualitativo della rappresentazione fatta a mano.

É stato pertanto logico pensare di utilizzare la tecnologia digitale come semplice strumento operativo, anziché come metodologia realizzativa autonoma, sfruttando il vasto patrimonio (a disposizione presso l'archivio cartografico I.G.M.) accumulato negli anni con il lavoro di esperti disegnatori roccisti e i mezzi che la tecnica elettronica mette oggi a disposizione degli operatori del settore.

Pertanto la "lucidatura digitale" del tipo della roccia abbinata all'adattamento geometrico locale rispetto al nuovo rilievamento, unitamente all'applicazione dello sfumo automatico, permette di ottenere un risultato pienamente soddisfacente sia in termini di efficienza operativa che di efficacia della rappresentazione; infatti la metodologia implementata, consente di:

- essere indipendenti da mani specializzate in quanto eventuali errori sono facilmente correggibili dallo stesso operatore;
- recuperare, in versione digitale, forme caratteristiche del terreno realizzate a suo tempo da disegnatori e restitutisti fotogrammetri specializzati nel settore e quindi aventi una espressività geomorfologica ottimale;
- risolvere agevolmente problemi di discontinuità e tornatura del disegno originale;
- uniformare il segno grafico, quantomeno all'interno del singolo nuovo elemento cartografico;
- gestire file abbastanza snelli o, per lo meno, tali da essere elaborati anche da macchine di non elevate prestazioni;
- realizzare rappresentazioni realistiche e precise senza il bisogno di specialisti;
- esaltare le forme orografiche tramite tecniche caratterizzate da elevata economicità realizzativa.

Miglioramenti sono conseguibili con l'impiego di apparati più potenti, ovvero in grado di trattare file anche dell'ordine di svariate centinaia di Mb: per esempio la possibilità di elaborare file a colori consentirebbe di facilitare notevolmente la lucidatura elettronica in quanto la colorazione differenziata dei tre livelli permetterebbe di evidenziare a colpo d'occhio le zone trattate da quelle ancora da ricalcare agevolando al tempo stesso il lavoro.

Non appare invece praticabile l'ipotesi di realizzare preventivamente una banca dati delle rocce digitali per tutto il territorio nazionale; ciò proprio a causa dell'esigenza, precedentemente illustrata, di aggiustamento, nella fase di ridisegno, alla geometria del nuovo rilevamento. Questo, infatti, è attualmente in corso di realizzazione per la creazione della nuova serie cartografica denominata 25DB e, per conseguenza, il recupero in versione digitale degli originali delle rocce non può che procedere di pari passo con esso.

6. Bibliografia

ARRIGHI A., PECCI M., *Applicazioni di fotogrammetria digitale presso il Servizio Fotogrammetrico dell'I.G.M.*, Bollettino SIFET n° 2-2001

CUENIN R., *Cartographie générale*, Eyrolles Paris 1973

DI RITA A., *Tecniche digitali nella rappresentazione orografica del terreno*, Bollettino di geodesia e scienze affini n° 3-1995

HURNI L. ED ALTRI, *Interactive analytical shading and cliff drawing: advances in digital relief presentation for topographic mountain maps*, Atti 20ª ICC-2001

IMHOF E., *Cartographic relief presentation*, W. de G.-1982

JENNY B., *Computer aided relief shading*, Atti 20ª ICC-2001

TRAVERSI C., *Tecnica cartografica*, I.G.M. 1968

IL PROCESSO DI PRODUZIONE DEI PLASTICI DELL'ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE

Claudio Rocchini(*), **Alessandro Nuti**(*)

(*) Istituto Geografico Militare.

Brevi cenni storici

La produzione dei primi plastici risale ormai a due secoli fa; le prime carte in rilievo erano realizzate una ad una utilizzando come supporto il sughero o il gesso opportunamente svuotato per renderlo più leggero. La struttura tridimensionale era rinforzata con stecche di canna di bambù, quindi il gesso era coperto con tela e carta di riso. In seguito si eseguiva la "abbliatura", vale a dire la sovrapposizione della carta al supporto in rilievo. Per adattare la superficie piana della carta al rilievo, questa veniva tagliata in strisce corrispondenti alle curve di livello. In seguito le strisce di carta venivano distanziate per adattarsi ai dislivello del plastico; gli spazi vuoti rimanenti dovevano essere ridisegnati dal cartografo direttamente sul modello tridimensionale (Figura 1). Il processo si concludeva con la colorazione manuale del modello, utilizzando infuso di the o tabacco sbriciolato.

Un primo passo verso la semplificazione del processo di produzione è stato la possibilità di stampare in serie la superficie del plastico. Il modello in gesso realizzato a mano, a partire dell'analisi delle curve di livello, poteva essere utilizzato come matrice di stampo in positivo di un materiale termoplastico. Un foglio di materiale plastico, su di cui si è preventivamente stampata la carta, viene adagiato sulla matrice di gesso; il foglio viene quindi riscaldato mentre una pompa a vuoto crea una depressione sotto il materiale plastico, che lo fa aderire perfettamente allo stampo. Oltre alla ovvia possibilità di produrre plastici in serie, questo metodo ha anche la caratteristica di adattare automaticamente la superficie piana della carta alla forma tridimensionale del modello, anche se questo adatta-

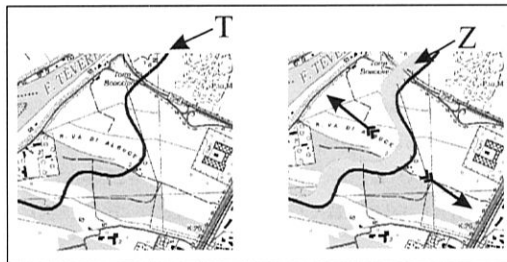



FIGURA 1) *A sinistra la carta prima del taglio T. A destra la carta dopo il taglio, con le due strisce allontanate per seguire la curvatura del modello sottostante. La zona Z della carta è quella da completare manualmente.*

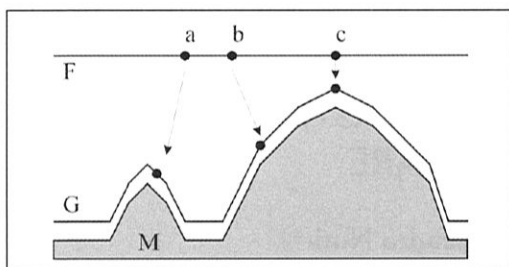



FIGURA 2) *Distorsione della carta durante lo stampaggio del plastico. Quando il foglio plastico* F *viene adagiato sul supporto tridimensionale* M, *assumendo la forma* G, *i punti cartografici* a *e* b *cambiano di posizione planimetrica a causa della distorsione del materiale plastico.*

mento provoca delle distorsioni sulla posizione planimetrica dei particolari della carta (Figura 2). Tuttavia queste distorsioni planimetriche sono in quasi tutti i casi trascurabili.

Come abbiamo detto, lo stampo in gesso veniva eseguito manualmente, avvalendosi di una fresatrice a pantografo, che permetteva all'operatore di seguire le curve di livello della carta. Dopo l'operazione di fresatura, il modello veniva ritoccato a mano, limando il gesso oppure aggiungendo cera per riempire gli avvallamenti. In questo secondo caso, dato che la cera non avrebbe resistito allo stampaggio, era necessario eseguire un doppio stampo, prima in negativo e poi di nuovo in positivo, per riottenere lo stampo interamente costituito di gesso.

Il processo moderno di produzione dei Plastici

Nel processo moderno di produzione dei plastici, le fase di stampaggio del materiale plastico è rimasta invariata. Quello che è cambiato sostanzialmente invece è la procedura di produzione dello stampo in gesso. La nuova procedura infatti è completamente automatica e sostanzialmente più accurata. È stato possibile introdurre la nuova procedura di produzione grazie a due cose: la possibilità di utilizzare fresatrici automatiche a controllo numerico guidate dal computer, e soprattutto la produzione da parte dell'Istituto Geografico Militare del modello digitale del terreno (DTM) dell'in-

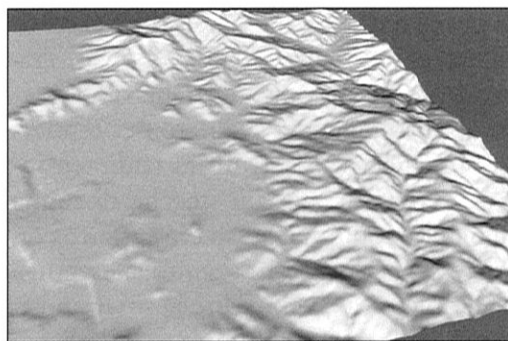



FIGURA 3) *DTM dell'Istituto Geografico Militare utilizzato per la realizzazione del plastico speciale di Arezzo.*

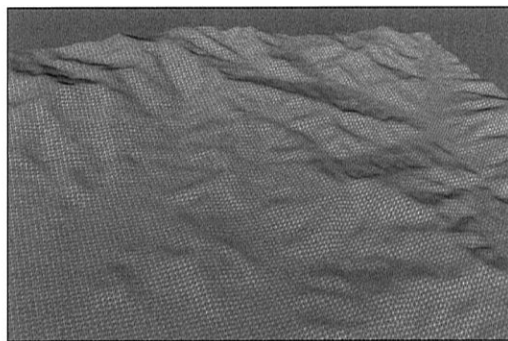



FIGURA 4) *DTM di Arezzo, TIN (Triangulated Irregular Network) di supporto (particolare).*

tero territorio italiano. Il modello digitale del terreno è così importante nel processo produttivo di un plastico che è necessario dedicargli un breve inciso.

Il DTM dell'Istituto Geografico Militare è costituito dal modello informatico dell'intera superficie del territorio italiano. I valori altimetrici sono campionati con un passo di 20 metri e con risoluzione di un metro. Il modello è memorizzato in mattonelle di 10 chilometri di lato ed è riferito al sistema di riferimento UTM ED50; è possibile comunque traslarlo in qualsiasi altro sistema. I dati sono stati ottenuti dall'analisi di tutti i punti di riferimento geodetici e di livellazione posseduti dall'Istituto e dall'interpolazione delle curve di livello della cartografia IGM (preventivamente digitalizzate). La produzione di tali dati ha comportato, da parte dell'Istituto, un impegno non indifferente di risorse umane e finanziarie; anche se in seguito il DTM del suolo italiano ha trovato una grande quantità di utili applicazioni (tra cui la produzione automatica di plastici). L'Istituto Geografico Militare cede a pagamento porzioni del modello digitale del terreno.

Il possesso del modello digitale del terreno ha permesso di automatizzare la produzione dello stampo in gesso per la realizzazione del plastico. Infatti, una volta che si è determinata la zona geografica di cui si vuole ottenere il grafico, basta estrarre dalla base dati del DTM la zona interessata, convertirla nell'opportuno sistema di riferimento e quindi passare i dati al software di controllo della fresatrice automatica. Il software di controllo quindi genera automaticamente il cosiddetto "percorso macchina", vale a dire la serie di comandi di movimento da impartire alla fresatrice per ottenere il plastico (Figura 5).

La fresatura dello stampo

Il primo passo per la fresatura dello stampo è la generazione del "percorso macchina" a partire dai dati del modello digitale del terreno. La fresatura procede per fasi di sgrossatura; in ogni fase viene usato un fresino di raggio diverso (dal più grande al più piccolo). I fresini vengono cambiati automaticamente dalla fresatrice con opportuni comandi pilotati dal computer. I percorsi

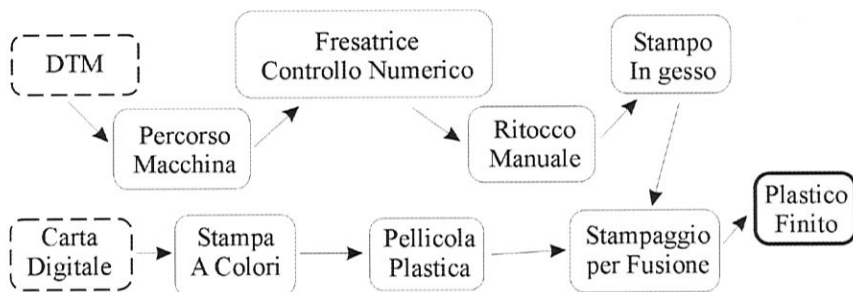



FIGURA 5) *Schema riassuntivo del processo di produzione.*

di sgrossatura seguono le curve di livello (Figura 6).

La prima fase di sgrossatura scava un certo insieme di curve di livello, scelto in modo che la distanza media fra curve sia proporzionale al diametro del fresino. In seguito si inserisce un fresino più piccolo e si infittiscono le curve di livello. Si procede in questo modo fintanto che non si ottiene la precisione desiderata. Ovviamente il percorso di scavo deve tener conto del raggio del fresino in uso, in modo da scavare effettivamente la curva desiderata. Come si può vedere in Figura 7, non sempre è possibile ottenere la curva desiderata, l'ansa rimasta fuori dallo scavo sarà comunque fresata con un fresino di raggio minore.

La fresatrice utilizzata per produrre lo stampo in gesso è, per quanto riguarda la movimentazione, piuttosto semplice; infatti per fresare un DTM è sufficiente avere una capacità di movimento di due assi e mezzo (longitudine, latitudine, altezza). Le fresatrici utilizzate invece per produrre oggetti tridimensionali a tutto tondo possono arrivare fino al controllo di cinque assi (tre per la traslazione e due per gli angoli di rotazione), per poter arrivare a fresare le zone sottosquadra. Particolare invece è la struttura dei fresini (le punte di taglio) che sono studiati appositamente per il gesso; queste punte devono resistere a temperature altissime dato che il materiale in questione non può essere raffreddato ad acqua (come nella lavorazione dell'acciaio). Inoltre le parti in movimento della fresatrice devono essere munite di speciali protezioni, dato che la polvere di gesso è particolarmente abrasiva.

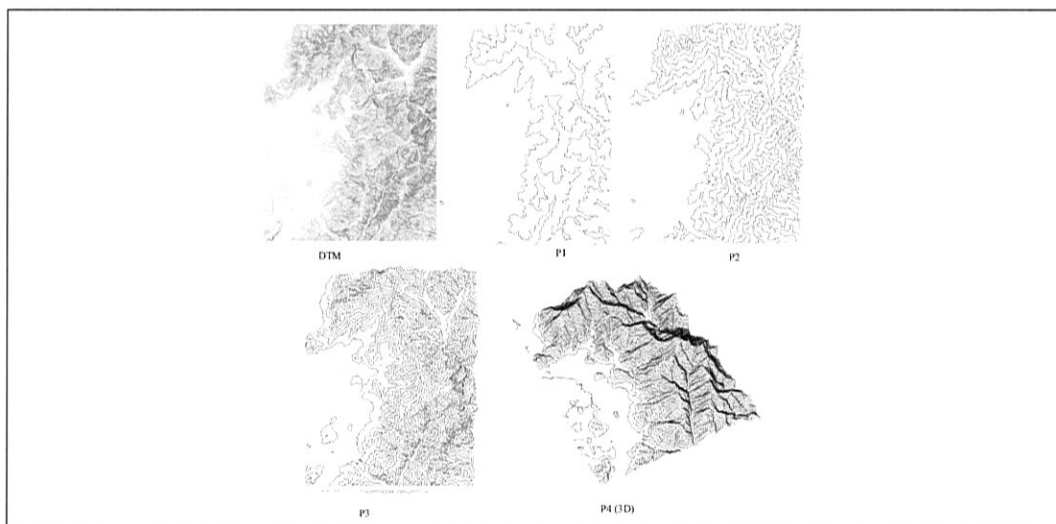



FIGURA 6) *Passi di generazione del percorso macchina. I passi di sgrossatura seguono l'infittirsi delle curve di livello, generate automaticamente a partire dal DTM iniziale. Il passo 4 è mostrato in prospettiva.*

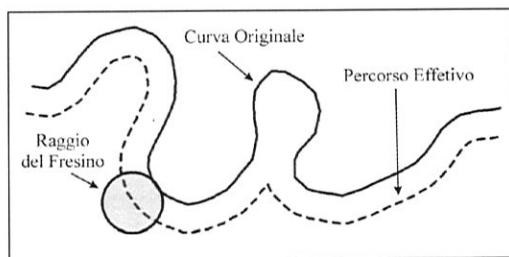



FIGURA 7: *Modifica del percorso di fresatura in relazione al raggio del fresino (punta di taglio).*

Operazioni di ritocco

Lo stampo in gesso creato dalla fresatrice ha comunque bisogno di una serie di ritocchi manuali, effettuati dagli operatori. I principali ritocchi servono per compensare la distorsione planimetrica che la carta subisce durante la fusione. Gli addetti ai plastici dell'Istituto, forti della loro esperienza decennale, eseguono piccoli ritocchi allo stampo in gesso in modo da far combaciare, il più precisamente possibile, la simbologia cartografica stampata sulla pellicola con la morfologia del modello tridimensionale. Particolarmente visibili risulta la mancata coincidenza del corso dei fiumi, delle creste dei monti, delle coste marine e lagunari, etc. L'operatore può inoltre agire sulle macchine di stampaggio, per regolare in modo anisotropico il riscaldamento della pellicola, in modo da pilotare la distorsione planimetrica delle varie zone del plastico.

Una seconda serie di ritocchi è dovuta invece alle limitazioni della tecnologia di stampaggio a fusione; ad esempio una valle troppo stretta potrebbe non essere raggiunta dal materiale plastico oppure potrebbe "imprigionare" lo stampo una volta raffreddato, rendendo impossibile la sua estrazione.

In conclusione, anche in presenza di una forte automazione del processo produttivo, la realizzazione di un plastico mantiene sempre una certa componente artistica, che rende indispensabile la componente umana del processo.

Innovazioni

L'innovazione del processo di produzione inizia dalla produzione del modello digitale del terreno. Già da tempo l'IGM ha iniziato a produrre una nuova copertura DTM dell'Italia utilizzando le moderne tecniche sviluppate in questo campo, vale a dire l'auto-correlazione computerizzata di foto stereografiche. Questo nuovo metodo di misura assicura un aumento notevole della precisione del DTM prodotto, unito ad una diminuzione del tempo-uomo impiegato. Questo nuovo DTM, una volta utilizzato per la produzione di plastici, permetterà di ottenere modelli in rilievo ancora più accurati. Un'altra notevole fonte di dati sarà rappresentata dalla scansione laser tridimensionale del suolo, effettuata dall'aereo o da navetta spaziale; questo secondo tipo di tecnica tuttavia è ancora in fase sperimentale.

Per quanto riguarda invece la produzione dello stampo, è in fase di studio l'aggiornamento della fresatrice e del software di guida della stessa. In futuro si potrebbe addirittura pensare alla eliminazione del sistema di produzione per stampa di fogli plastici, e passare invece alla produzione di modelli tridi-

mensionali utilizzando la linea di nuove macchine di produzione che vanno sotto il nome di "Rapid Prototyper". Questa nuova famiglia di macchine permette di creare in tempo reale, oggetti tridimensionali a partire da modelli digitali degli stessi; in pratica si possono considerare come stampanti tridimensionali. Le tecnologie utilizzate dai "Rapid Prototyper" sono molteplici: un primo tipo di dispositivo utilizza un bagno di resina liquida foto-indurente, su di cui un laser disegna la forma dell'oggetto da ottenere. L'oggetto si solidifica quindi all'interno della resina liquida nella forma desiderata. Un secondo tipo di dispositivo stende, su di un piano, una successione di fogli di carta spalmati di colla; ogni foglio è tagliato quindi da un potente laser secondo la curva di livello corrispondente alla sua altezza; una volta che il processo è terminato si eliminano i segmenti di carta in eccesso e si estrae l'oggetto così costruito (che ha la consistenza del legno). Una terza serie di dispositivi spara un microgetto di colla su di un bagno di polvere plastica, seguendo i contorni dell'oggetto da costruire; utilizzando micro-getti di colla colorata (in modo del tutto simile alle stampanti su carta), è possibile creare oggetti colorati.

Il "Rapid Prototyping" (così chiamato perché spesso usato per produrre oggetti prototipo, es. scocche di nuove auto) ha il grande vantaggio di poter creare un plastico in brevissimo tempo; si potrebbe quindi pensare di produrre i plastici in tempo reale per ogni singola richiesta dell'utente, eliminando la costosa (e ingombrante) gestione del magazzino.

Tuttavia l'innovazione sostanziale nel campo dei plastici potrebbe essere rappresentata non tanto dal processo produttivo quanto dalle applicazioni che di questi si fanno. L'immagine più frequente che si ha del plastico dell'Istituto è quella dell'Italia appesa ai muri di scuola. In realtà i modelli tridimensionali possono avere una infinità di applicazioni; dagli ovvi utilizzi nel campo turistico in ambiente montano, all'utilizzo degli stessi come strumenti per il controllo del territorio, della pianificazione ed intervento nel campo ambientale (es. rischio idrogeologico). Molte altre applicazioni devono essere ancora scoperte: un esempio per tutti, la produzione di mappe tridimensionali dei parchi nazionali, da utilizzare come guida per i non vedenti.

Conclusioni e ringraziamenti

Abbiamo presentato una breve panoramica sul processo di produzione dei plastici dell'Istituto Geografico Militare, descrivendo per sommi capi i procedimenti storici, quello attuale e indicando quello che potrebbe essere utilizzato in futuro.

Si ringrazia l'Istituto per i materiali ed il supporto forniti; in particolare si ringraziano tutti gli addetti alla produzione dei plastici, alla stampa e al servizio elaborazione dati per il loro apporto fondamentale a questo contributo.

LA MODIFICAZIONE AREALE DEI GHIACCIAI DELLE ALPI MARITTIME DALLA PICCOLA ETÀ GLACIALE AD OGGI: RICOSTRUZIONE SULLA BASE DEI DOCUMENTI CARTOGRAFICI STORICI

Marta Pappalardo (*), **Annarita Rossi** (*)
(*) Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Pisa.

Introduzione

Le Alpi Marittime, che costituiscono l'estrema porzione sud-occidentale della catena alpina, ospitano sei piccoli ghiacciai e diversi glacionevati, i quali costituiscono il residuo di più importanti apparati glaciali che hanno modellato, durante il Quaternario, le vallate di questo rilievo alpino sin quasi in pianura. Essi sono stati oggetto di osservazioni glaciologiche a partire dalla fine del XIX secolo e con una discreta continuità sino ai giorni nostri.

Recentemente si è manifestato un rinnovato interesse nello studio del glacialismo antico e recente nelle Alpi Marittime (Federici e Pappalardo, 1991; Gellatly et alii, 1994; Federici & Pappalardo, 1996; Pappalardo, 1999). Per quel che riguarda la fase di massima espansione olocenica del glacialismo alpino, cioè la Piccola Età Glaciale (culminata nelle Alpi generalmente alla metà del XIX secolo), molti sono i dati, editi ed inediti, raccolti in particolare per la Val Gesso, ma anche per la valle Stura di Demonte e per le valli del versante francese del Massiccio dell'Argentera (Federici e Stefanini, 2001; Pappalardo e Rapetti, 2001), anche se uno studio di sintesi relativo alle variazioni areali dei ghiacciai alpini dalla Piccola Età Glaciale ad oggi, che tenga conto di tutti gli indicatori (morfologici, storici, cartografici, biologici), è ancora in corso di esecuzione. Nell'ambito delle conoscenze accumulate negli ultimi decenni dagli studiosi sul fenomeno glaciale nelle Alpi Italiane a partire dalla fine della Piccola Età Glaciale il capitolo relativo alle Alpi Marittime potrebbe sembrare di importanza marginale, visto il modesto sviluppo che gli apparati glaciali hanno avuto in questo settore della catena nella loro più recente fase di espansione. Tuttavia a parte il valore documentale di una indagine in tal senso lo studio del glacialismo delle Marittime ha, come già rimarcato da Federici et alii (2001), un valore intrinseco proprio come fenomeno marginale, in quanto consente di osservare nel loro compiersi i processi di estinzione degli

apparati glaciali e di transizione dal dominio morfoclimatico glaciale a quello periglaciale. Questo studio va pertanto ad affiancarsi a quelli relativi all'Appennino ed alle catene montuose iberiche nel completare il quadro di un fenomeno che risente in misura consistente della presenza del bacino del Mediterraneo, discostandosi per caratteristiche e modalità da quello propriamente tipico della catena alpina.

Le fonti storiche

Dall'Archivio storico dell'Istituto Geografico Militare di Firenze sono state rinvenute una serie di mappe appartenenti alla Carta topografica degli Stati di Terraferma di S.M. il Re di Sardegna (1818-1830), delle quali sono state studiate il foglio R9, 20 Roccabigliera del 1818 e Q8, 20 St. Dalmazzo – Selvatico del 1818. In più sono state raccolte tutte le carte della prima produzione IGM, risalenti rispettivamente al 1879, 1901, 1924 e 1943 che ricoprono tutta l'area presa in esame.

Le prime osservazioni scritte sui ghiacciai delle Marittime risalgono soltanto all'ultimo decennio del secolo scorso (Purtscheller,1893; Mader, 1896; Viglino, 1898) ed al primo di questo secolo (Bobba, 1908; Mader, 1909): Alcune di esse hanno carattere alpinistico, altre contengono già dati più propriamente glaciologici.

Mader (1896) fornisce le misure di estensione, lunghezza, larghezza, inclinazione del bacino e quota massima e minima dei sei maggiori ghiacciai di questo settore alpino, e queste risultano oggi coerenti con la stima che si può fare attualmente studiando la posizione dei depositi morenici di quella che doveva essere stata l'estensione di questi apparati alla fine della Piccola Età Glaciale.

A partire dal 1911 inizia l'attività glaciologica di Alessandro Roccati, studioso di Geologia e docente presso il Regio Politecnico di Torino, che proprio nell'estate del 1911 è accompagnato nei suoi sopralluoghi da Federico Sacco. Il frutto delle loro prime dotte osservazioni costituisce l'argomento di due note (Roccati, 1913; Sacco, 1912). Il lavoro di Sacco ha il merito di mettere in relazione il glacialismo dell'epoca all' importante sviluppo del fenomeno glaciale durante il Pleistocene, come già allora si poteva intuire dallo sviluppo degli apparati morenici nelle valli del Gesso e della Stura di Demonte. Il Roccati, invece, pone le basi metodologiche per un rigoroso lavoro di monitoraggio dei ghiacciai delle Marittime, ed è proprio grazie a questa impostazione che oggi la storia dell' evoluzione recente di questi apparati è ricostruibile con una certa precisione.

Nella sua prima nota l'Autore fa chiarezza sulla nomenclatura usata nella pur scarsa letteratura e nella cartografia per denominare i ghiacciai delle Marittime. Infatti su questi documenti (i lavori citati, la Carta dello Stato Maggiore Sardo del 1862 e le prime produzioni dell'IGM) i corpi glaciali erano stati denominati in maniera diversa, alcuni di essi erano stati raggruppati come se si trattasse di un unico apparato ed alcuni erano stati trascurati.

Ghiacciaio	Lunghezza (m)	Larghezza max (m)	Superficie (ettari)	Altitudine (m)
Clapier	1000	500	35	2550-2800
Peirabroc	700	350	17,5	2475-2650
Maledia	750	500	26	2600-2800
Gelas E	750	500	26,5	2600-2900
Gelas NE	650	250	13	2650-3000
Gelas N	850	600	35	2550-3050

TABELLA 1) *Dati relativi al gruppo dei ghiacciai Clapier-Maledia-Gelas nel 1896, rilevati da Mader.*

Il Roccati ne riconosce otto nel gruppo montuoso del Clapier-Maledia Gelas, ai quali attribuisce i seguenti nomi: Ghiacciaio del Clapier, del Peirabroc, della Maledia del Muraion ed i quattro ghiacciai dei Gelas, Orientale, Nord-orientale o del Lago Bianco, Settentrionale o della Siula ed Occidentale o della Maura. Quest' ultimo era definito un modesto glacionevato, e le osservazioni su di esso sono state sempre marginali, ma si può ritenere che si sia estinto fra gli anni '40 e '50 (Federici & Pappalardo, 1995). I primi tre, invece, unitamente ai tre maggiori dei Gelas coincidono con i sei descritti da Mader: sono quelli di massa più cospicua e presenti ancora oggi (Il Ghiacciaio del Muraion si è estinto negli anni '70 del '900.

Leggendo le pittoresche relazioni delle escursioni ottocentesche dalle quali si è tentato di estrarre e correttamente interpretare, per quanto possibile, i dati glaciologici, non sfuggono le critiche dei vari autori sull'attendibilità delle basi cartografiche a loro disposizione, soprattutto per quel che riguarda l'estensione delle masse glaciali, che sembrano essere state in generale sovrestimate. Ad esempio Mader (1896) relativamente ai ghiacciai del Gruppo Clapier – Maledia – Gelas, afferma che "la nuova carta dell'IGM (1879) esagera non poco la loro estensione verso valle". D'altronde la critica di avere sovrestimato le masse glaciali è spesso mossa dagli autori che hanno lavorato su questi apparati glaciali ai loro predecessori. Così il Roccati, riferendosi alle misure di Mader del 1896 (Tab. 1), rileva come la variabilità del manto nevoso da un anno all'altro non consenta stime molto attendibili dell'estensione areale. Molto più recentemente un'analoga critica di avere sovrestimato alcune estensioni viene mossa a Gellatly et alii (1994) da Pappalardo (1999).

Analisi geostorica

Comparando i dati storici desunti da fonti scritte con le carte storiche raccolte in archivi e biblioteche, si è cercato di dare un ulteriore contributo allo studio delle modificazioni areali dei ghiacciai delle Alpi Marittime dalla Piccola Età

Glaciale ad oggi. La prima serie di mappe esaminate appartenenti alla Carta topografica degli Stati di Terraferma di S.M. il Re di Sardegna, comprendono tutte le aree interessate dal glacialismo recente nelle Marittime (Fig. 1).

Le carte che si distinguono per la chiarezza e la precisione del disegno, rivelano l'enorme e puntuale lavoro di rilievo svolto dai cartografi in luoghi impervi. Gran parte del territorio descritto è infatti di alta montagna, con vette ripide modellate da ghiacciai, allora, ancora presenti ed estesi in tutta l'area. La scala utilizzata è di 1 per 50.000 Trabucchi o Miglia di Piemonte la cui trasposizione nel sistema metrico decimale si evince dalla scala grafica, dalla quale risulta una proporzione all'incirca di 1: 60.000.

Nella carta è stata riportata in modo molto dettagliato la rete idrografica, evidenziata in azzurro, della quale sono descritti non solo i corsi d'acqua più importanti ma anche alcuni fra i più piccoli e tutti i laghetti presenti. Già ad un primo esame si nota come proprio gli specchi d'acqua siano molto cambiati rispetto ad oggi: alcuni si sono prosciugati, altri si sono formati, naturalmente o artificialmente come il Lago della Piastra o ancora, si sono modificati variando l'estensione. Un esempio è il Lago Lungo disegnato molto piccolo, il quale appare oggi invece di notevoli dimensioni (Fig. 1).

La viabilità, costituita prevalentemente da sentieri e mulattiere, colorati di giallo, testimonia i percorsi più utilizzati nel passato per spostarsi da una valle ad un'altra. Da notare l'antica via del sale per il Passo di Pagarì (Pappalardo, 1994), attiva tra la metà del XV e la metà del XVI secolo, che metteva in collegamento la pianura cuneese con il Nizzardo. Nella carta viene indicata con un simbolo che nei pressi del Passo si sovrappone al corpo del ghiacciaio; è presumibile perciò pensare che il percorso rimanesse attivo per gli escursionisti che si spostavano percorrendo dei tratti sulla superficie del ghiacciaio.

Gli insediamenti umani sono perlopiù piccoli borghi montani, colorati in rosso, case sparse e alpeggi, solitamente denominati *Gias* (dal latino *iacere*), i cui ruderi è talvolta possibile vedere anche oggi. Nella comparazione con le carte attuali si assiste alla trasformazione di alcuni di questi centri verso l'inurbamento in qualche caso o verso lo spopolamento in altri, come del resto è avvenuto spesso in zone montuose.

In questo esempio però si assiste anche ad un radicale cambiamento dovuto allo spostamento del confine di Stato, dopo il secondo conflitto mondiale. Interi centri abitati, storicamente e culturalmente italiani si sono trovati nella scomoda posizione di essere diventati d'improvviso francesi, con la conseguenza della traduzione del nome (San Martino di Lantosca diventa prima St. Martin Lantosque poi St. Martin Vesubie, Madonna delle Finestre si trasforma in Madone de Fenestre ecc.) e, ben più importante, del cambiamento delle leggi.

La descrizione dei rilievi è particolarmente interessante, in quanto nonostante non sia affidata alle curve di livello, ogni singolo monte esprime una propria individualità, una giusta collocazione topografica e anche se non ne viene precisata l'effettiva altezza, attraverso un ap-

FIGURA 1) *Particolare della Carta topografica degli Stati di Terraferma di S.M. il Re di Sardegna, R9, 1818.*

propriato uso del chiaro-scuro è rappresentata una zonatura altimetrica che rende perfettamente la plasticità del terreno. La vegetazione, rara sulle alte vette, si presenta sporadica più a valle ma dal simbolismo utilizzato (puntini verde scuro) non è chiaro se si tratti di piante ad alto fusto, arbusti o altro e a quale specie essi appartengano.

La distribuzione dei ghiacciai appare già ad una prima analisi molto diversa sia dalle carte attuali che dalle fonti storiche

dalle quali sono state tratte molte delle considerazioni sulla Piccola Età Glaciale. L'individuazione delle masse ghiacciate è facilitata dal simbolismo utilizzato per evidenziarle, ovvero un azzurro che ricorda molto il vero colore (Figg. 1 e 3). Non altrettanto semplice è stato dare un'esatta collocazione geografica ai ghiacciai, in quanto essendo in alcuni casi variata la toponomastica è stato difficoltoso individuarli correttamente per confrontarli con quelli presenti nelle carte moderne.

Nonostante i documenti appartenenti alla serie della Carta topografica degli Stati di Terraferma di S.M. il Re di Sardegna siano attendibili proprio per la correttezza e la precisione con le quali sono stati realizzati, presentano in qualche caso elementi poco chiari dei quali vedremo in seguito qualche esempio. Questa imperfezione è sicuramente legata alla difficoltà, da parte dei cartografi, di raggiungere alcune delle vette più alte, le quali anche oggi risultano spesso di non facile accesso.

Le altre carte analizzate fanno parte della prima produzione IGM e coprono un arco temporale che va dal 1879 al 1943 fino poi ad arrivare alle carte più moderne. Sono state esaminate il quadrante II Madonna delle Finestre in scala 1:50.000 del 1879 e le tavolette Madonna delle Finestre II NE 1901 (Fig 2), 1924, 1943, Ciregia II NO del 1928 e S. Anna di Valdieri 1928, tutte in scala 1:25.000. I rilievi sono in queste carte riportati utilizzando le curve di livello anche se in molti casi, in presenza di vette molto ripide le isoipse sono state sostituite dal tratteggio che è facilmente comparabile con quello usato nelle carte più vecchie.

Le variazioni di estensione

Gruppo Clapier – Maledia – Gelas

Partendo da est si individua una cospicua massa ghiacciata nel versante sinistro dell'alta valle del Vei del Bouc oggi totalmente scomparsa.

Nelle fonti scritte non si trova traccia della presenza di questo ghiacciaio come del resto nelle carte dell'IGM. Recentemente Finsinger e Ribolini 2001 descrivono gli apparati morenici frontali relativi al ghiacciaio, da essi denominato Rocce dell'Agnel, attribuendoli genericamente al Neoglaciale.

Sembra esserci un piccolo ghiacciaio di forma allungata nella parte più alta del Vallone di Monte Coulomb immediatamente alla destra dell'asse vallivo che si spinge dal Colle dell'Agnel sino quasi alla sponda orientale del Lago Bianco dell'Agnel. Anche di questo lembo ghiacciato non vi è traccia nelle carte IGM e nemmeno attualmente.

Fra il Colle dell'Agnel e il Passo di Pagarì i bacini del Clapier e del Peirabroc risultano indistinti e sullo spartiacque la netta piramide del Clapier non appare disegnata mancando addirittura lo stesso toponimo. Dalla massa ghiacciata di dimensioni cospicue si possono delineare però le forme dei ghiacciai di Peirabroc, contenuto all'interno del circo culminante nella Cima Peirabroc ed esteso verso il basso, fino ad attestarsi presso la morena frontale attualmente identificabile alla quota di 2400 metri e del basso bacino

FIGURA 2) *Madonna delle Finestre, II NE, IGM, 1901*

del Clapier (Fig. 1). Quest'ultimo ghiacciaio che sia sulla base delle evidenze morfologiche che secondo le stime di Mader era sicuramente uno dei più estesi di questo gruppo montuoso risulta qui invece estremamente sottodimensionato rispetto al precedente.

Considerando l'effettiva accessibilità di questi luoghi risulta verosimile supporre che i cartografi percorrendo l'antica strada di caccia che risaliva il Vallone del Murajon avessero una visuale incompleta del bacino del Clapier, risultando questo defilato rispetto alla loro direzione di marcia ed occultato dalla cresta divisoria dei due ghiacciai di Clapier e di Peirabroc.

Nella cartografia IGM, già nel 50.000 del 1879 compaiono entrambi i bacini

ben distinti e risulta correttamente localizzata la vetta del Monte Clapier lungo lo spartiacque, tuttavia nessun ghiacciaio risulta alloggiato nel circo del Monte Clapier mentre nel circo del Peirabroc una massa ghiacciata risulta delineata più correttamente solo nella parte alta.

Soltanto con la successiva stesura della tavoletta al 25.000 del 1901 (Fig. 2) un ghiacciaio viene posizionato nel circo del Clapier esteso verso il basso sino alla quota di circa 2400 metri anche se il ramo occidentale viene fortemente sottostimato. Il Ghiacciaio del Peirabroc viene limitato verso il basso ad una quota prossima ai 2500 metri. Ciascuno dei due ghiacciai viene esattamente indicato col toponimo utilizzato da Mader.

Racchiusa tra il Passo di Pagare e la cima della Maledia è rappresentata nella Carta del Regno Sardo una cospicua massa di ghiaccio nella quale con qualche difficoltà sono identificabili gli attuali ghiacciai della Maledia, del Gelas E e NE. La forma del ghiacciaio della Maledia è quella che maggiormente rispecchia le caratteristiche morfologiche del circo, all'interno del quale è confinato oggi un piccolo residuo. La terminazione verso il basso sembra ben identificabile attraverso un simbolismo che individua l'arco morenico più prossimo alla fronte attuale che si può rilevare sul terreno.

I ghiacciai orientale e nord-orientale del Gelas risultano abbastanza plausibili sotto il profilo morfologico in quanto alloggiati nel circo che si delinea fra la parete occidentale del Caire Murajon e la dorsale che si estende fino alla P.ta della Siula separati da una affilata cresta rocciosa che delimita un bacino orientale più ampio ed uno occidentale più esiguo. Nella carta non sono rappresentati i due specchi d'acqua del Lago Bianco dei Gelas e l'ombelico ad esso contiguo. Tuttavia è plausibile pensare che la fronte di questo complesso ghiacciato si attestasse sulla sponda a valle di questi due laghi (all'incirca intorno ai 2500 m) dato che è ben identificabile nella carta storica la testata del Vallone di *Panta Creus* oggi Pontecreus (Fig. 1).

Il dato relativo all'estensione di questi tre ghiacciai, sulla base di questa carta risulta discrepante rispetto sia alle evidenze di campagna che alle stime effettuate da Mader, in quanto l'area del ghiacciaio della Maledia sembra essere superiore alla somma delle estensioni dei due Gelas. In realtà Mader attribuisce una superficie quasi uguale ai ghiacciai della Maledia e del Gelas E (Tab. 1) mentre il Gelas nord-orientale sarebbe esteso quasi la metà del corpo ad esso contiguo. Le stime di Mader sono pienamente concordanti con l'evidenze di campagna.

Nella produzione IGM 1879 il ghiacciaio dell Maledia è disegnato correttamente e ridimensionato rispetto a prima, tuttavia il suo limite inferiore appare in continuità con una enorme massa ghiacciata, presumibilmente il ghiacciaio del Murajon, posizionata ad est del Caire Murajon e sulla quale si sviluppa il sentiero per il Passo di Pagarì. Il ghiacciaio viene riportato anche nella carta successiva del 1901 (Fig. 2), nella quale viene ulteriormente ingrandito e per la prima volta chiamato con il suo nome. Infatti Roccati (1912), che è il primo autore che lo descrive riporta la notizia che questo

ghiacciaio venne per la prima volta segnalato nella carta IGM del 1879.

Nella carta del 1879 i due corpi glaciali del Gelas E e NE sono correttamente dimensionati e proporzionati e d in corrispondenza della fronte del secondo compare il bacino del Lago Bianco. In quella del 1901 invece il ghiacciaio orientale è notevolmente ridotto mentre quello nord-orientale è collegato al ghiacciaio adiacente (Gelas Nord) assieme al quale è denominato *Ghiacciaio dei Gelas*.

Per quel che riguarda l'alto versante destro del Gesso della Barra che nella carta è denominato Gesso di Entracque, possiamo dire che era ampiamente interessato, come risulta da questo documento, da una fascia ghiacciata la cui fronte si spingeva verso NE sino all'attuale cavità circoide nella quale è ospitato il Lago della Siula (2154 m) che infatti non compare nella carta. Due ulteriori minuscole placche sono disegnate anche più a NE lungo il crinale fra la Valle del Gesso della Barra e il Vallone di Monte Colomb a quote inferiori ai 2000 m. Non comparendo nel disegno i laghi della Siula e della Maura (2370 m) è presumibile ipotizzare che il ghiaccio li ricoprisse raggiungendo un'altitudine minima compresa fra i 2370 e i 2154 metri (Fig. 1).

Sulla base dei dati morfologici nell'alto Gesso della Barra dovevano essere presenti durante la Piccola Età Glaciale numerose placche di ghiaccio, la più estesa delle quali a NE della Cima dei Gelas è presente ancora oggi, seppure notevolmente ridotta (Ghiacciaio Gelas N). Tuttavia le morene frontali relative a queste placche sono confinate a quote superiori ai 2500 metri. Nella carta del Regno Sardo tutti i ghiacciai sino ad ora descritti vengono genericamente denominati col toponimo di Ghiacci della Maledia.

Delle numerose placche indicate nella carta descritta, nella cartografia IGM 1879 rimane un grosso corpo (esteso quanto i ghiacciaio orientale e nord-orientale del Gelas insieme) con la fronte che raggiungeva i 2400 metri, più una placca minore alla base della Cima dei Gelas. Questa verrà descritta per la prima volta da Roccati nel 1912 e denominata Gelas Ovest.

Nella tavoletta del 1901 la fronte del ghiacciaio settentrionale dei Gelas risulta posizionata più a monte intorno ai 2775 m mentre la placchetta ad ovest risulta notevolmente contratta (Fig. 2).

La produzione IGM 1:25.000 del 1924 e del 1943 riporta esattamente le stesse estensioni dei ghiacciai della carta precedente del 1901. La cartografia più moderna (Carta della Comunità Montana delle Valli Stura, Gesso e Vermenagna, 1:10.000 del 1989 e la Carta Tecnica Regionale del Piemonte del 1992) non segnala né attraverso la simbologia nè la toponomastica la presenza di ghiacciai.

Gruppo della Conca di Brocan

Dall'analisi della carta risulta glacializzata un'ampia fascia della testata valliva compresa tra il *Rivo di Fenestrelle* e *Rio di Brochan* (*Cima di Mercantor*). Se per il tratto ad ovest della Cima del Caire dell'Agnel (*Punta Gelas* nella carta) la morfologia dei corpi glaciali, ricostruibile sulla base dei dati forniti dalla carta, è

compatibile con le evidenze morfologiche e con i dati storici, per quello ad est la presenza di ghiacciai non è sostenibile per la mancanza di morene frontali e per la presenza di due *rock glaciers* abbastanza articolati che, innevati sono stati presumibilmente scambiati per ghiacciai coperti di detrito (Fig. 3). Infatti gli stessi compaiono anche nella produzione IGM indicati con un simbolismo compatibile con un ghiacciaio nero.

orientale viene denominato da Roccati (1924) come Ghiacciaio del Caire d'Agnel ed è presente come tale anche nella cartografia IGM. Il più occidentale invece viene chiamato Ghiacciaio di Brocan da Sacco (1912) ma non compare nella cartografia IGM.

Gruppo dell'Argentera

Attorno al nodo orografico dell'Argentera la carta del Regno Sardo riporta un'e-

FIGURA 3) *Particolare della Carta topografica degli Stati di Terraferma di S.M. il Re di Sardegna, R9, 1818.*

La fascia ghiacciata ad ovest del Caire dell'Agnel sulla base dei dati di campagna può essere distinta in quattro corpi ciascuno dei quali dotato del proprio apparato morenico frontale. Di essi il più

stensione di masse ghiacciate comparabile con quella del massiccio del Gelas (Fig. 3). Questo fatto è abbastanza singolare dato che il dominio morfoclimatico glaciale si è estinto precocemente nelle valli che fanno

capo alla più alta vetta delle Alpi Marittime (Cima Sud dell'Argentera, 3290 m). Di questi ghiacciai non si parla nelle relazioni alpinistico-scientifiche di fine '800, salvo il Ghiacciaio di Lourousa, e vennero segnalati solo a partire dagli anni '20 del '900, quando gli operatori del Comitato Glaciologico Italiano (Alessandro Roccati prima e Carlo Felice Camoletto poi, intrapresero studi sistematici sul glacialismo delle Marittime. A quell'epoca i ghiacciai dell'Argentera erano ridotti a modeste placche, come si specificherà più oltre.

La carta storica, in dettaglio, mostra un ghiacciaio che occupa la porzione medio-alta del Vallone di Ciriegia. L'unico riscontro della sua esistenza lo troviamo in un arco morenico che raggiunge verso il basso i 2200 metri di altitudine, e che si presenta evoluto nella parte più interna del circo in *rock glacier*. Similmente fra l'ala destra del circo di cui sopra e la *C.ma del Mercantor*, ovvero a ridosso di quella che attualmente viene definita la Serra del Mercantour la carta riporta un'ampi fascia ghiacciata, che trova riscontro esclusivamente nella fascia di detrito morenico ampiamente evoluto in *rock glacier* riconoscibile attorno ai 2400 metri.

L'ampia cavità circoide che si apre ad ovest e che culmina con le due cime dell'Argentera risulta poco ben delineata sulla carta storica, nella quale sono segnate due vallate che drenano questo versante montuoso (*Valle della Culatta e Fanga della Culatta*). Il toponimo "Culatta" attualmente connota una valle tributaria sinistra del Gesso della Valletta, e non destra, come le due valli in oggetto.

Buona concordanza si nota invece per quel che riguarda le vette del grande circo dell'Argentera, in base alle quale si sono potuti identificare tre corpi ghiacciati segnalati all'interno del circo dell'Argentera. Il più meridionale, a ridosso della P.ta de Cessole, è quello che descrive il Roccati (1925) e che Camoletto (1928) propone di denominare "Ghiacciaio di De Cessole". Roccati nel medesimo lavoro riporta anche la presenza di altri due ghiacciai, di estensione minore ad occidente della Serra dell'Argentera, che presumibilmente coincidono con gli altri due segnati sulla carta storica.

Le evidenze morfologiche confermano le descrizioni, essendo presenti chiazze di detrito morenico nella cavità circoide fra C.no Stella e C.ma del Souffi con forme arcuate a 2370 ed a 2200 m, ed immediatamente a sud-est di questa fra C.no Stella e la Cima Nord Argentera a 2600 m di quota. Sul versante orientale della Serra dell'Argentera la carta segna un piccolo ghiacciaio all'estremità settentrionale, dove è presente una modestissima placca di detrito morenico, mentre depositi morenici più consistenti e modellati ad arco sono presenti nella porzione meridionale della conca. Nella produzione IGM (Tavoletta rilievo 1928) nessuno di questi corpi glaciali è segnalato.

Correttamente posizionato nel canalone che si apre nel versante nord-occidentale della Punta del Gelas di Lourousa compare nella carta del Regno Sardo l'omonimo ghiacciaio, anche se la sua terminazione appare poco espansa verso il basso (Fig. 3). Del Ghiacciaio di Lourousa, infatti, scrisse già il Mader (1909) secondo il quale in estate la fronte si attestava a 2200 metri di quota, essendo quella che raggiungeva le minori altitu-

dini fra i ghiacciai delle Marittime.

Non vi è traccia, invece, del Ghiacciaio del Dragonet, che, sicuramente esistente negli anni '20 del '900 (Roccati, 1925) occupava la cavità circoide dominata dall'omonima cima, il quale non è presente nemmeno nella Tavoletta IGM rilievo 1928. In quest'ultima carta è invece ben rappresentato il Ghiacciaio (o *Gelas*) di Lourousa, la fronte del quale risulta posizionata poco sopra i 2400 m.

Testata della Valle del Valasco

Premesso che le fonti scritte non riportano assolutamente alcuna informazione relativa a questa zona, ad eccezione di un riferimento al grosso glacionevato del Monte Matto, la Carta del Regno Sardo evidenzia un massa ghiacciata nel versante Nord del Monte Malinvern, una seconda, nella porzione meridionale del circo che ospita i Laghi di Valscura attestantesi con la sua fronte in corrispondenza del Lago Superiore (2430 m). In questo circo sono effettivamente presenti depositi e lembi di archi morenici, non solo nella porzione meridionale, ma anche in quella settentrionale dove gli archi sono morfologicamente più freschi, mentre nella carta storica questi ultimi non sono stati affatto censiti.

Nella conca fra il Lago delle Portette e l'omonimo Passo il ghiacciaio segnalato nella carta storica corrisponde all'incirca al *rock glacier* che scende sulla sponda occidentale del lago. Altre masse glaciali sono rappresentate nei valloni tributari del Rio del Valasco a monte di Rocca San Giovanni per i quali s'individua una buona corrispondenza con gli archi e i cordoni morenici rilevabili in campagna, in particolare con quello a NO del Colletto del Valasco.

Gruppo Corborant-Tenibres

In quest'area che comprende la testata di alcun i valloni in destra idrografica dell'Alta Stura di Demonte e il nodo del Corborant nell'Alta Valle della Tinée, non sono segnalate, nella carta del Regno Sardo, masse glaciali. Le fonti storiche documentano la presenza di almeno tre piccoli ghiacciai, uno nel Corborant (Mader, 1909), uno alla testata del Vallone di Ponte Bernardo (Ghiacciaio dell'Ubac, Camoletto, 1929) ed uno nell'alto vallone del Piz (Ghiacciaio di Schiantala, Camoletto, 1931).

Conclusioni

L'indagine sulle modificazioni areali dei ghiacciai dell'Argentera a partire dalla Piccola Età Glaciale, operata sulla base di documenti cartografici storici ci ha portato ad elaborare diverse considerazioni interessanti ed ha fornito molti spunti per ulteriori riflessioni. Premesso che sia doveroso acquisire le informazioni desunte dalle geocarte con cautela, in quanto spesso, esse risultano il prodotto di interpretazioni arbitrarie, operate in passato, è altrettanto importante studiarne i contenuti, in quanto sicuramente rappresentano la "memoria storica" del paesaggio.

In linea generale dalle carte storiche è stato possibile vedere come all'inizio del XIX secolo le masse ghiacciate fossero molto più estese rispetto a quanto documentate dalle fonti scritte e come si siano progressivamente ridotte, in tempi

abbastanza rapidi. Nell'analizzare i documenti cartografici del passato e i dati delle fonti scritte siamo giunti a tre importanti conclusioni legate alla presenza di alcuni corpi ghiacciati dei quali oggi persistono le tracce ma che non erano stati segnalati in precedenza e alla loro estensione areale.

Sul versante sinistro dell'alta valle del Vei del Bouc è segnalata, nella carta del Regno Sardo del 1818, una massa ghiacciata oggi totalmente scomparsa della quale non è stata trovata traccia né nelle fonti scritte né nella cartografia IGM. L'attendibilità di questo dato è confermata nel lavoro di Ribolini e Finsinger del 2001 dove gli autori descrivono gli apparati morenici frontali relativi al ghiacciaio, da loro denominato Rocce dell'Agnel, il quale però, non avendo altre informazioni, è stato attribuito genericamente al Neoglaciale. La geocarta non solo confermerebbe la presenza del ghiacciaio ma contribuirebbe a datarlo all'inizio del XIX secolo.

Un elemento di riflessione è invece relativo all'alto versante destro del Gesso della Barra ampiamente interessato da masse ghiacciate le cui fronti si spingevano verso NE nell'attuale Lago della Siula (2154 m) che infatti non compare nella carta del Regno Sardo ma solo nei documenti IGM successivi e lungo il crinale fra la Valle del Gesso della Barra e il Vallone di Monte Colomb a quote inferiori ai 2000 m. Inoltre non comparendo nel disegno neanche il Lago della Maura (2370 m) è presumibile ipotizzare che il ghiaccio raggiungesse un'altitudine minima compresa fra i 2370 e i 2000 metri. Sulla base dei dati morfologici e da studi lichenometrici recenti (Federici & Stefanini 2001), risulterebbe invece che le fronti fossero confinate a quote non inferiori ai 2500 metri. Il dato della carta del Regno Sardo tuttavia, parrebbe confermato dalle carte storiche IGM (1879 e 1901) successive a quella del 1818, nelle quali, non compare ancora il Lago della Maura.

Sulla base di questi dati, peraltro concordi con tutte le osservazioni fatte nel presente lavoro, è lecito supporre che la posizione della fronte dei ghiacciai nel secondo decennio dell' '800 fosse meno elevata della quota delle morene prive di licheni che segnano l'ultima fase di stazionamento nell'ambito del fenomeno di ritiro. Queste morene sono state attribuite da Federici e Stefanini alla pulsazione fredda del 1850, mentre quelle immediatamente più a valle sono state datate al XVII secolo. La rappresentazione del fenomeno glaciale che si evince dalla carta del Regno Sardo è concorde con questa interpretazione che colloca la fase di massima espansione della Piccola Età Glaciale nelle Alpi Marittime al XVII secolo.

Un'ultima osservazione va riservata alla realizzazione della carta del Regno Sardo che in alcune occasioni ha mostrato come i cartografi abbiano scambiato dei *rock glaciers*, probabilmente innevati con dei ghiacciai, incorrendo in errori di valutazione (Conca del Brocan). In altri casi invece nei quali il dato di terreno mostra la compresenza di depositi morenici e *rock glaciers* formatisi a partire da questi, non si può parlare di errori ma di una veloce evoluzione morfologica dei ghiacciai verso forme periglaciali (Vallone di Ciliegia e Valscura).

In definitiva il contributo della geo-cartografia è significativo nella misura in cui si accetta il dato storico come un'ipotesi sulla quale discutere, comparandolo con tutti gli altri elementi disponibili, anche i più moderni e tecnologici.

Bibliografia

CAMOLETTO C.F. (1928) Campagna glaciologica dell'anno 1927. *Bollettino del Comitato Glaciologico Italiano*, I serie,

CAMOLETTO C.F. (1929) Campagna glaciologica dell'anno 1928. *Bollettino del Comitato Glaciologico Italiano*, I serie,

CAMOLETTO C.F. (1931) Campagna glaciologica dell'anno 1930. *Bollettino del Comitato Glaciologico Italiano*, I serie,

CHELLI A. & ROSSI A. (2002) - *Franosita' nella valle di Zeri (Lunigiana, Appennino Settentrionale): testimonianze del fenomeno attraverso la cartografia storica.* Atti della VI° Conferenza ASITA di PerugiaFEDERICI P.R. & PAPPALARDO M. (1991) - *Nota introduttiva alla morfologia glaciale della Valle del Gesso di Entracque (Gruppo dell' Argentera, Alpi Marittime)*, in: Gruppo Nazionale di Geografia Fisica e Geomorfologia, Guida all'Escursione Primaverile, Cuneo, 28-31 Maggio1991,13-16.

FEDERICI P.R. & PAPPALARDO M. (1996) - *L'evoluzione recente dei ghiacciai delle Alpi Marittime*. Atti del Convegno "Cento anni di ricerca glaciologica in Italia", Torino 19-20 Ottobre 1995, Geogr. Fis. Dinam. Quat., 18, 257-269.

FEDERICI P.R., PAPPALARDO M. & RIBOLINI A. (2000) - *On the equilibrium line altitude and lower discontinuous permafrost boundary in the Maritime Alps (Italian side)*, Acc. Sc. Torino - Atti Sc. Fis., 134, 23-29.

FEDERICI P:R: & STEFANINI M.C. (2001) - *Evidence of the "Little Ice Age" in the Argentera Massif (French- Italian Maritime Alps).* Zeitschricht fur Gletscherkunde und Glazialgeologie, band 37, Heft 1, pp. 35-48.

GELLATLY A.F., GROVE J.M., LATHAM R. & PARKINSON R.J. (1994) - *Observations of the glaciers in the southern Maritime Alps (Italy).* Rèv. Gèom. Dynam., 63(3), 93-107.

MADER F. (1896) - *Alpi Marittime* F., Boll. CAI, XXIX.

MADER F. (1909) - *Appunti sui ghiacciai delle Alpi Marittime*, Riv. CAI, XXVIII/6.

PAPPALARDO M. (1994) - *La storia di un'antica via del sale attraverso la Val Gesso (Alpi Marittime) in rapporto alle oscillazioni frontali del Ghiacciaio della Maledìa.* in: F. CITARELLA (a cura di) ( ), *Scritti in onore di Domenico Ruocco*, Loffredo, Napoli, 335-346.

PAPPALARDO M. (1999) - *Remarks upon the present-day condition of the glaciers in the Italian Maritime Alps.* Geogr. Fis. Dinam. Quat., 22, 51-54.

PAPPALARDO M. & RAPETTI F. (2000) - *Frontal fluctuations of glaciers and climatic parameters: the case of maritime alps,* Atti VIII Congr. Glaciol. Bormio, 1999, Suppl. Geogr. Fis. Dinam. Quat., IV, 1-10.

PURTSCHELLER L. (1893) *Nelle Alpi Marittime,* Boll. CAI, XXVI.

RIBOLINI A. & FINSINGER W. (2001) – *Late glacial to Holocene deglaciation of the Colle del Vei del Bouc – Colle del Sabbione area (Argentera Massif, Marittime Alps, Italy – France),* da: Geogr. Fis. Dinam. Quat. 24, pp. 141 – 156.

ROCCATI A. (1913) - *I Ghiacciai del Gruppo Clapier-Maledia-Gelas (Alpi Marittime).* Riv. C.A.I., XXXII, 141-148.

ROCCATI A. (1925) Campagna glaciologica dell'anno 1924. *Bollettino del Comitato Glaciologico Italiano*, I serie,*1,2,7,8,9,10,*

SACCO F. (1912) - *I ghiacciai antichi ed attuali delle Alpi Marittime* . Atti Soc. It. Sc. Nat, 51, 100-127.

VIGLINO A. (1896). *Introduzione allo studio sui ghiacciai delle Alpi Marittime,* Boll. CAI, XXXI.

L'INVENTARIO DELLE SUPERFICI A CASTAGNO NELL'APPENNINO BOLOGNESE

Massimo Gherardi (*), **Samantha Lorito** (*), **Ugo Neretti** (**), **Gilmo Vianello** (*)
(*) DiSTA - Centro Sperimentale per lo Studio e l'Analisi del Suolo, Università di Bologna
(**) Dipartimento di Colture Arboree, Università di Bologna

Premessa

Le vicissitudini socio – economiche che si sono andate creando a partire dall'inizio del ventesimo secolo hanno portato ad un progressivo abbandono della castanicoltura con una conseguente regressione dell'attuale superficie investita. In ambito europeo la tutela e la protezione dei paesaggi rurali regionali, definiti "paesaggi culturali", e degli aspetti culturali ed ecosistemici ad essi collegati, è estesa oggi a nuove categorie e a nuovi concetti di pianificazione e di tutela, nelle politiche di protezione territoriale.

In questo contesto il castagno, elemento caratterizzante del paesaggio rurale, rientra a pieno titolo rappresentando il collegamento tra cultura e coltura; per secoli ha fornito cibo alla civiltà contadina, ed è oggi una risorsa che può mirare a soddisfare la necessità di una società moderna alla ricerca di un territorio più vivibile e a misura d'uomo.

Il castagneto va quindi protetto, salvaguardato e curato, in altre parole richiede non solamente operazioni di recupero e coltivazione, ma anche di una gestione totale, che ne permetta la fruizione da parte di chi ne trae reddito e da chi invece ricerca un luogo piacevole di sosta e di ristoro; risulta pertanto preliminarmente necessario conoscere le condizioni in cui viene attualmente a trovarsi tale coltivazione nell'ambito territoriale indagato.

La superficie nazionale complessiva per il castagno è stata stimata nel 1993 in 275.000 ha (di cui il 75 % in montagna, il 22 % in collina ed il restante 3% in pianura); la superficie nazionale complessiva di castagno da frutto veniva stimata in circa 209.000 ha (Tabella 1). Si noti al proposito il drastico calo delle superfici interessati dalla castanicoltura dal 1960 al 1993 con un decremento del 35% a scala nazionale e del 40 % in Emilia-Romagna.

L'inventario alla scala regionale e provinciale in Emilia-Romagna

Nel 1996 l'ISEA (Istituto per lo Sviluppo Economico dell'Appennino) ha

Regioni	1960		1982		1993			
	Totale		Totale		Totale		Da frutto	
	Superfici (ha)	% sul naz.	Superfici (ha)	% sul naz.	Superfici (ha)	% sul naz.	Superfici (ha)	% sul naz.
EMILIA ROMAGNA	39.022	9,2	27.097	8,5	22.974	8,3	19.399	9,3
MARCHE	2.405	0,6	2.424	0,8	2.416	0,9	2.306	1,1
TOSCANA	119.437	28,1	91.262	28,8	80.065	29,1	75.162	35,9
UMBRIA	1.942	0,5	904	0,3	997	0,4	424	0,2
LAZIO	10.511	2,5	9.679	3,1	9.421	3,4	8.668	4,1
Totali Italia Centrale	173.317	40,9	131.366	41,5	115.873	42,1	105.959	50,6
Totali ITALIA	424.501	100,0	317.007	100,0	275.374	100,00	209.113	100,0

TABELLA 1) *Superfici delle fustaie di castagno nelle regioni dell'Italia centrale negli anni 1960, 1982 e 1993 (fonte Istat).*

provveduto a verificare, per conto della Regione Emilia-Romagna ed in collaborazione con il Centro Sperimentale per lo Studio e l'Analisi del Suolo dell'Università di Bologna, lo stato della copertura castanicola su base fotogrammetrica utilizzando come supporto cartografico la Carta Tecnica Regionale alla scala 1:5.000. Nel diagramma di figura 1 si evidenzia il trend della variazione delle superfici delle fustaie di castagno in Emilia - Romagna dal 1960 al 1996, mentre nel diagramma di figura 2 la situazione a scala provinciale riferita al 1996.

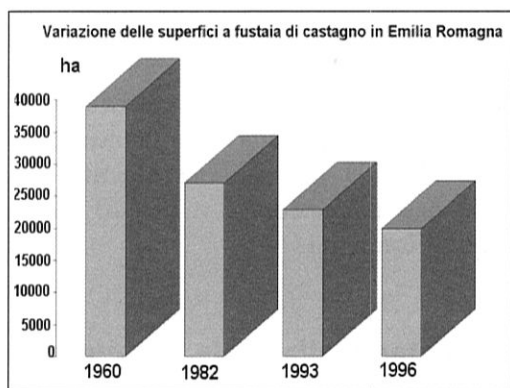



FIGURA 1) *Diagramma delle variazioni delle superfici a fustaia di castagno in Emilia-Romagna dal 1960 al 1996 (fonti ISTAT e ISEA)*

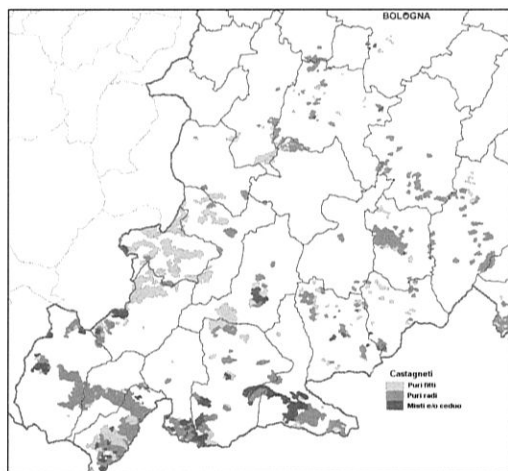



FIGURA 3) *Stralcio dalla carta dell'inventario dei castagneti dell'Emilia-Romagna (fonte ISEA)*

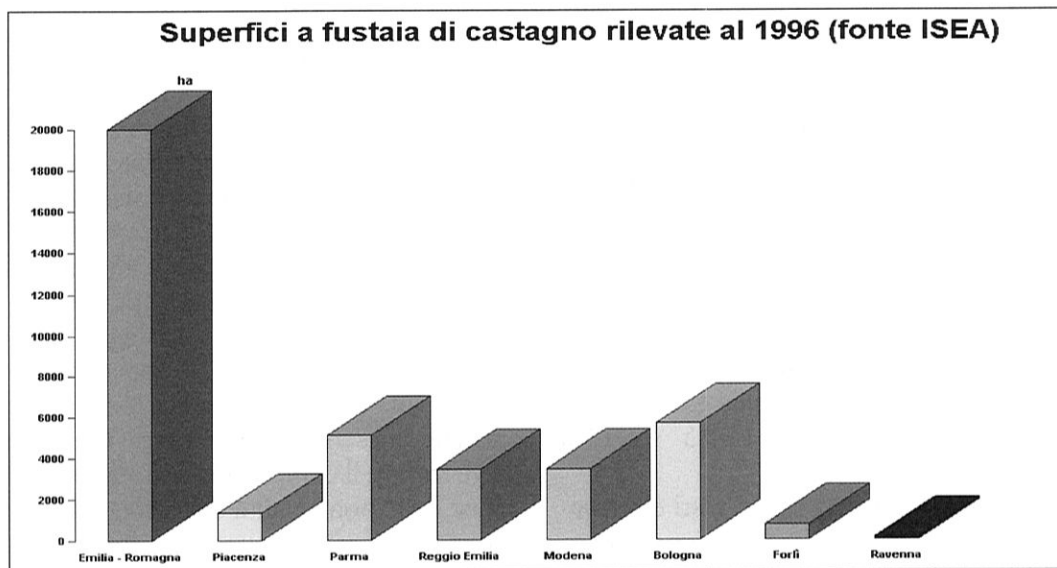



FIGURA 2) Diagramma della consistenza delle superfici a fustaia di castagno nelle province dell'Emilia-Romagna rilevate al 1996 (fonte ISEA)

Il dato alla scala comunale in provincia di Bologna

La consistenza della castanicoltura nei territori montani e collinari della provincia di Bologna indica una copertura media del 7,5%; con valori massimi nella Comunità Montana alto Reno (13%) e minimi nella Comunità Montana del Samoggia (1,7%).

Il quadro generale mette in evidenza un degrado spinto della coltura, con circa il 54 % in condizioni di irreversibilità e con tendenza al degrado; solo il 25% circa dell'intera superficie castanicola risulta in condizioni di produttività, mentre il restante 21 % è da ritenersi in condizioni di reversibilità e tale quindi da renderne possibile il recupero sia come coltura da frutto che da legno attraverso interventi nel breve periodo di risistemazione forestale e di incentivazione economica.

La valutazione della regressione delle superfici a castagno

Una preliminare valutazione del cambiamento della superficie dedicata alla castanicoltura dal passato ad oggi nella collina e montagna bolognese risulta possibile ponendo a confronto le risultanze del Catasto Boncompagni con il catasto terreni attuale.

Il Catasto Boncompagni, che prende il nome dal cardinale che lo fece redigere tra il 1780 ed il 1789, rappresentò per lo Stato Pontificio il primo catasto geometrico–particellare; il catasto in questione, giunto sino a noi, è organizzato in mappe alla scala 1:100, in cui l'unità li-

neare è la *pertica bolognese*, pari a 3,80 metri e quella di superficie è la *tornatura*, pari a 0,2 ha, e in brogliardi, ossia i libri allegati alle mappe che riportano per ogni particella, numero, nome del fumante, attualità produttiva, vocazione e relativo estimo. I numerosi elementi topografici riportati sulle mappe hanno permesso mediante operazione di "worping" di ricalibrare in maniera georeferenziata il catasto Boncompagni, di confrontarlo con quello attuale e di sovrapporre entrambe alla Carta Tecnica Regionale.

Il confronto tra i due catasti effettuato per alcune aree significative dell'appennino bolognese evidenzia dal 1780 ad oggi una regressione della superfici accatastate sotto la tipologia produttiva "castagneto da frutto" intorno all'80% (figura 4).

L'inventario alla scala di dettaglio

Obiettivi e finalità. Una rilevazione puntuale delle coperture castanicole ai fini dell'incentivazione, per una migliore conduzione dell'esistente e per il recupero di situazioni ritenute reversibili, richiede un percorso di significativo dettaglio sia in termine di perimetrazione degli areali su supporti georeferenziati, sia attraverso la rappresentazione della proprietà mediante il dato catastale.

Un primo momento è rappresentato dalla ricerca della documentazione esistente e relativa archiviazione ed dal contemporaneo monitoraggio riguardante le coperture a castagneto, con relativa classificazione, mediante supporti idonei quali la cartografia tecnica e la fotografia aerea, coadiuvati da rilievi sul campo con l'utilizzo e l'applicazione di tecnologie tipo GPS (Global Position System). Un secondo momento deve riguardare l'analisi delle proprietà con sovrapposizione del dato geograficamente perimetrato alla base catastale terreni alla scala comunale. Il risultato finale dell'indagine è pertanto la costituzione del "catasto castagni" dell'Appennino bolognese. La sovrapposizione, poi, della rete stradale forestale e vicinale presente nelle aree di indagine deve fornire il completamento alla valutazione delle potenzialità dei castagneti e di trarre informazioni circa la eventuale futura programmazione della viabilità forestale in accordo con i piani di protezione civile in funzione anche dell'accessibilità, della morfologia e della possibile utilizzazione delle biomasse legnose.

Metodologia. Si tratta di operare ad un livello di dettaglio riferibile alla scala 1:5000 per procedere in maniera coordinata e sequenziale:

- alla interpretazione delle basi fotogrammetriche con perimetrazione degli areali e relativa digitalizzazione;
- alle verifiche di campo e georeferenziazione di informazioni puntuali;
- alla sovrapposizione e confronto delle perimetrazioni catastali;
- alla creazione di un data-base di collegamento tra la rappresentazione areale e le informazioni puntuali derivanti dagli archivi tabellari, dai repertori fotografici e dai censimenti storico-culturali;
- alla redazione di un atlante su base fotogrammetrica alla scala comunale.

Comunità Montana	Comuni	Sup. territori Comunali (ha)	CASTAGNETI (ettari)		
			Coltivati e potenzialmente produttivi	Abbandonati (Formazioni miste)	Totale
Zona 9 Valle del Samoggia	Castello di Serravalle	3920,00	0	0	0
	Monte San Pietro	7472,40	158,59	60,05	218,64
	Monteveglio	3260,00	0	0	0
	Savigno	5485,25	67,20	56,07	123,27
	Totali	**20137,65**	**225,79**	**116,12**	**341,91**
Zona 10 Alta e media valle del Reno	Camugnano	9658,69	884,85	501,05	1385,90
	Castel d'Aiano	4524,74	1053,61	56,85	1110,46
	Castel di Casio	4735,29	98,10	230,93	329,03
	Gaggio Montano	5871,44	655,32	141,67	796,99
	Granaglione	3959,20	641,32	1199,26	1840,58
	Grizzana Morandi	7745,29	444,90	74,14	519,04
	Lizzano in Belvedere	8551,69	208,67	733,01	941,68
	Marzabotto	7452,80	48,45	83,98	132,43
	Porretta Terme	3392,01	20,01	558,41	578,42
	Vergato	5992,97	375,60	107,95	483,55
	Totali	**61884,12**	**4430,83**	**3687,25**	**8118,08**
Zona 11 Cinque Valli	Castiglione dei Pepoli	6589,29	519,75	460,36	980,12
	Loiano	5234,80	51,91	538,17	590,08
	Monghidoro	4815,59	87,39	83,29	170,68
	Monterenzio	10538,83	26,37	356,89	383,25
	Monzuno	6502,85	0	41,65	41,65
	Pianoro	10718,21	0	228,72	228,72
	S.Benedetto Val di Sambro	6663,79	143,77	252,46	396,23
	Sasso Marconi	9646,13	45,99	242,44	288,43
	Totali	**60709,49**	**875,18**	**2203,98**	**3079,16**
Zona 12 Valle del Santerno	Borgo Tossignano	2913,97	18,90	28,30	47,20
	Casalfiumanese	8198,50	5,17	31,57	36,74
	Castel del Rio	5257,57	69,28	514,85	584,13
	Fontanelice	3658,52	21,66	12,18	33,84
	Totali	**20028,56**	**115,01**	**586,90**	**701,91**
Totali Provincia		**162759,82**	**5646,81**	**6594,25**	**12241,06**

TABELLA 2) *Superfici interessate da coperture a castagneto presenti nei territori comunali delle quattro Comunità Montane della Provincia di Bologna secondo il monitoraggio ISEA del 1995.*

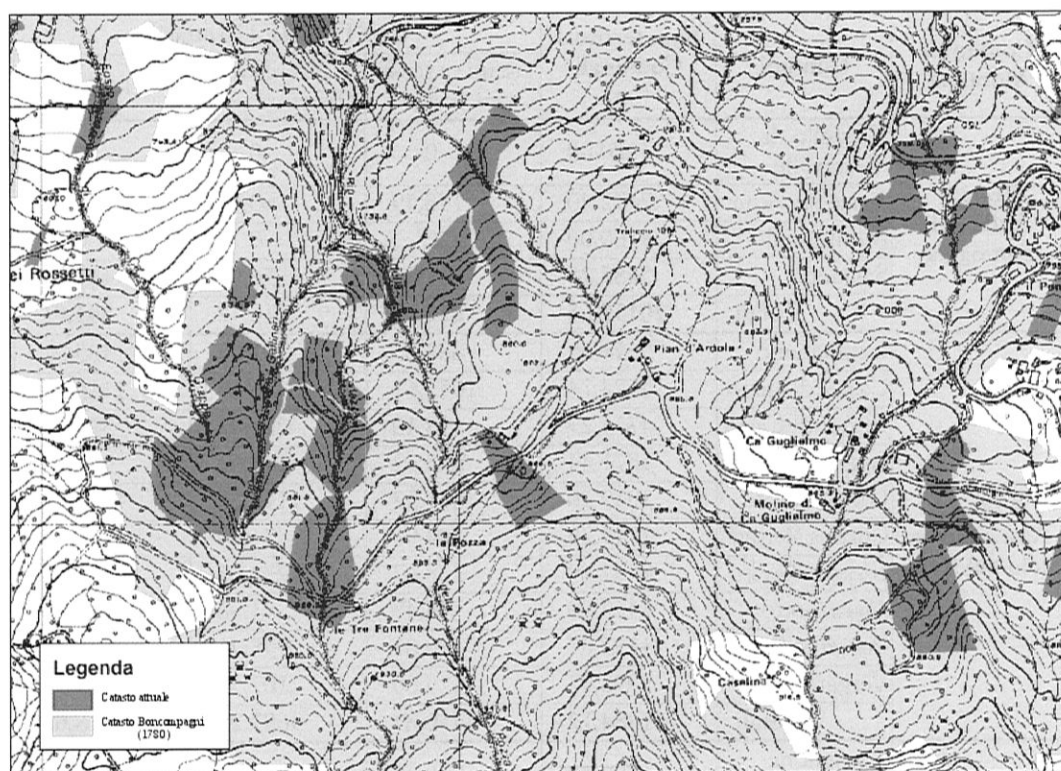



FIGURA 4) *Confronto tra le aree a "castagneto da frutto" riportate nel Catasto Boncompagni del 1780 (in grigio chiaro) e quelle residue del catasto terreni attuale (in grigio scuro) riferite ad un ambito di territorio del comune di Monghidoro.*

Nei vari momenti dei percorsi sopraindicati si procede all'utilizzo di software idonei per le funzionalità di georeferenziazione, restituzione del dato, analisi a singolo livello e a più livelli e interfacciabilità con il web, unitamente a moduli specifici per l'analisi network (network analysis), tridimensionale (3d analysis) spaziale (spatial analysis).

Strumenti: risultano principalmente di carattere cartografico, fotogrammetrico e informatico.

Nel caso della cartografia vengono utilizzate la carta tecnica della Regione Emilia-Romagna alla scala 1:5.000 come base per l'indagine e come supporto alle localizzazioni georeferenziate di elementi puntuali e lineari riscontrati durante i rilievi di campo, le mappe catastali dei terreni per la individuazione dei mappali accatastati come utilizzazione a castagneto e le mappe catastali storiche del Boncompagni per valutare la consistenza della castanicoltura nel passato.

Nel caso della fotogrammetria viene utilizzato l'ortofotopiano digitale a colori denominato Italia2000 realizzato dalla

Compagnia Generale Riprese Aeree di Parma e messo a disposizione dalla Provincia di Bologna, su cui delimitare mediante fotointerpretazione le aree interessate dalla castanicoltura.

Nel caso degli strumenti informatici è previsto l'utilizzo di diversi software quali:

- Arcview GIS versione 3.2, e relative extension, della ESRI Inc. per la realizazzione del sistema informativo geografico;
- PaintShopPro e Corel Draw per l'elaborazione ed il trattamento delle immagini;
- Landsurf e 3DEM per la creazione del modello digitale del terreno e per la visualizazzione tridimensionale di tematismi vari.

Data la consistenza dei dati e del tipo di elaborazione deve venire garantito un supporto hardware adeguato caratterizzato da workstation di adeguata potenza in grado di supportare la gestione simultanea di milioni di byte, in particolare derivanti dalle immagini aerofotogrammetriche.

Fasi operative. Alla fine del 2004 dovranno essere espletate tutte le otto fasi di seguito descritte.

I fase: elaborazione delle ortofotocarte digitali a colori (Volo IT2000) me-

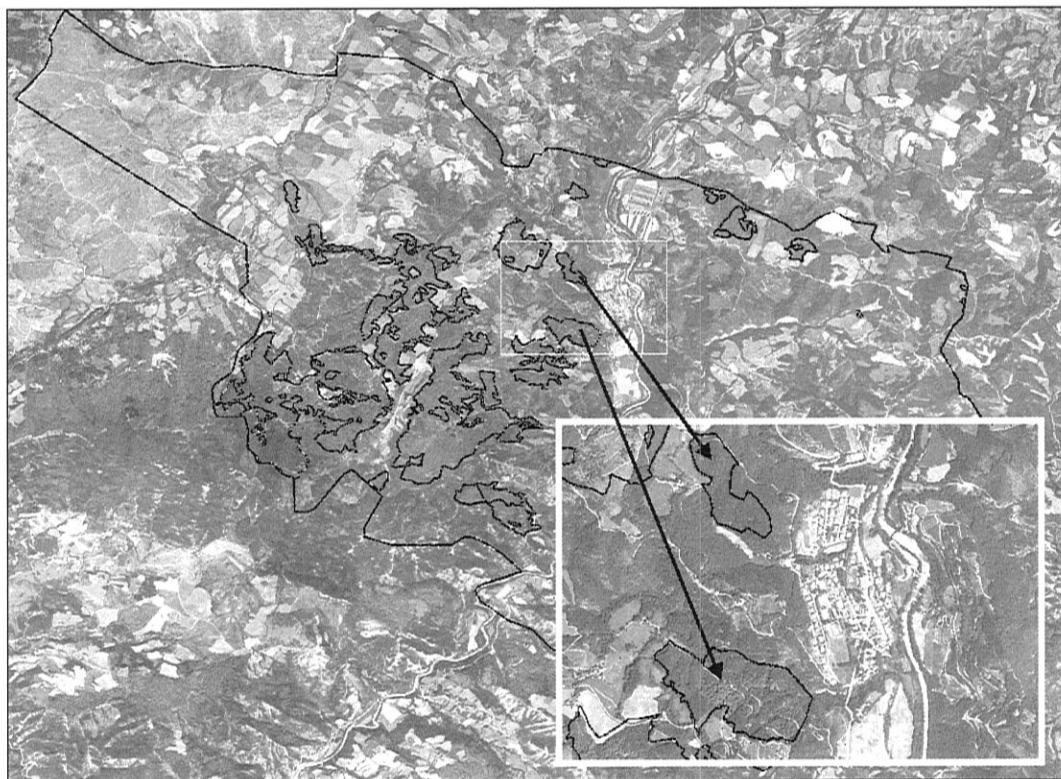



FIGURA 5) *Perimetrazione delle aree castanicole su supporto aerofotogrammetrico.*

Castagneto abbandonato (formazione mista)	
Castagneto coltivato	Secolare
	Adulto in produzione
	Di recente recupero
Castagneto di nuovo impianto	Innestato da preesistente
	Seminato ex-novo su terreno agricolo

TABELLA 3) *Legenda utilizzata per la classificazione delle aree castanicole in funzione della foto interpretazione su ortofotocarte digitali e dei rilievi di campo.*

diante tecniche di image processing (stretch minimo e massimo, equalizzazione, deviazione standard) al fine di rendere distinte le diverse formazioni castanicole.

II fase: fotointerpretazione, digitalizzazione diretta a video e rappresentazione mediante poligoni dei castagneti (figura 5) in funzione della legenda adottata (Tabella 3).

III fase: verifica e controllo della fotointerpretazione mediante le tarature di campagna effettuate in parallelo alla fotointerpretazione ed eventuali correzioni della rappresentazione delle poligonali in precedenza digitalizzate.

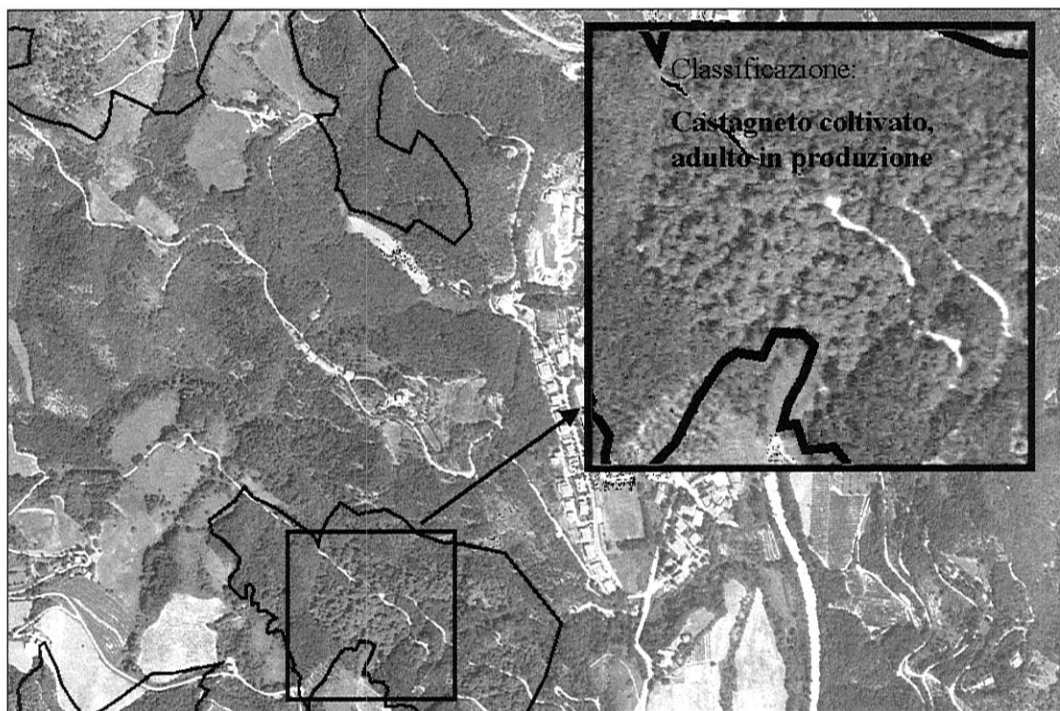



FIGURA 6) *Classificazione del tipo di castagneto (vedi legenda) mediante fotointerpretazione e rilievi di campo.*

IV fase: sovrapposizione delle aree castanicole perimetrate ai rispettivi mappali del catasto terreni più recente, mediante preventivo aggiustamento e verifica delle coordinate necessarie per le operazioni di intersect con le particelle classificate a castagneto; l'operazione si rende necessaria e laboriosa in quanto l'ortofotopiano digitale e le mappe catastali utilizzano sistemi di proiezione differenti.

V fase: verifica del grado di coerenza delle perimetrazioni riscontrate nei due sistemi di cui alla IV fase e valutazione quantitativa delle variazioni.

VI fase: verifica della persistenza delle attuali aree castanicole in funzione dei caratteri morfologici e fitoclimatici; l'operazione prevede la sovrapposizione dell'ortofotopiano digitale al modello tridimensionale del terreno.

VII fase: collegamento della rappresentazione delle aree castanicole alla banca dati caratterizzante le condizioni delle stesse sia dal punto di vista produttivo che da quello sanitario, nonché il censimento delle emergenze ad esse collegate (es.: alberi monumentali, essiccatoi, mulini, ecc.).

Nel complesso tale procedura per-

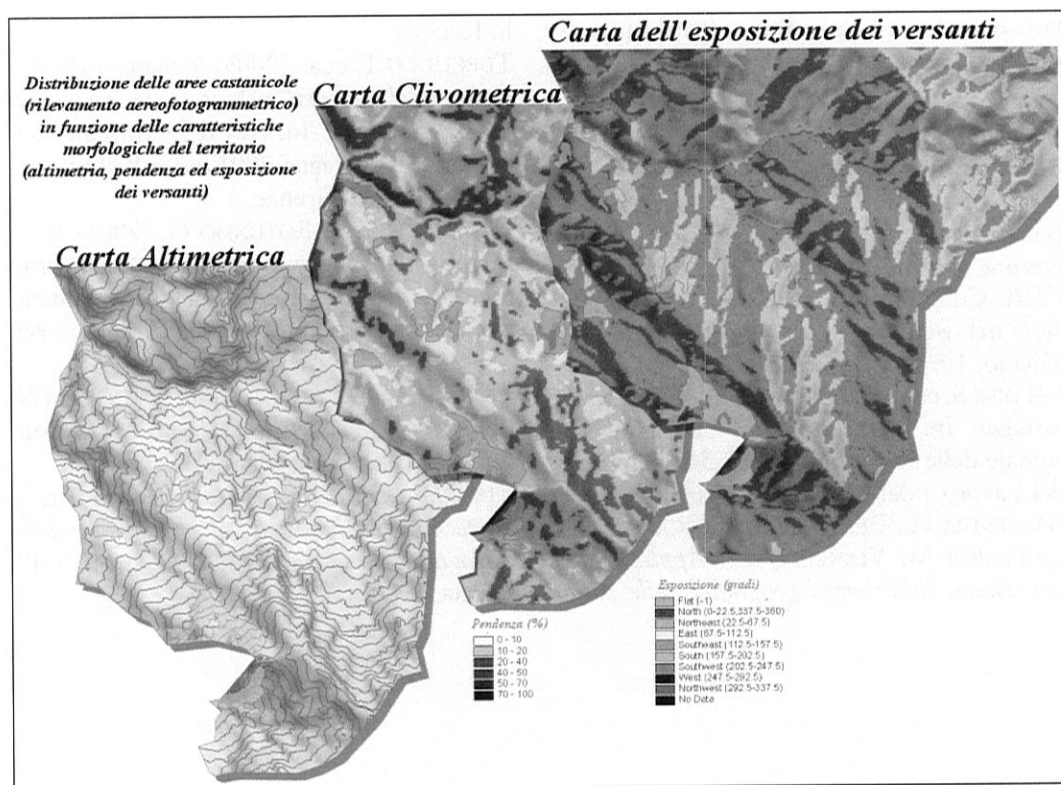



FIGURA 7) *Correlazione tra caratteri morfologici e climatici con l'attuale persistenza delle aree castanicole.*

mette di definire la situazione quali-quantitativa della castanicoltura all'interno di ogni singola azienda attivando nel contempo un monitoraggio capillare mediante una specifica indagine socio – economica.

Fase VIII: divulgazione delle informazioni attraverso una serie di iniziative quali produzione di pubblicazioni e/o report specifici per tecnici addetti ai lavori, o mediante la realizzazione di pagine web da inserire in un sito apposito. La tecnologia da utilizzarsi durante questa fase deve prevedere l'utilizzo di software idonei per attività di divulgazione del dato internet-access e per il riversamento e la gestione dei dati geografici via web.

Riferimenti bibliografici

BAGNARESI U., VIANELLO G. (a cura di), *Copertura forestale e territorio.* P.F. RAISA - CNR, Coll. Ricerche avanzate per innovazioni nel sistema agricolo, FrancoAngeli Ed., Milano, 1995.

BALDINI S. et al. (2003) *Gestione dei boschi di castagno.* In: Il Castagno (ed Consiglio Nazionale delle Ricerche), pp. 47-54. Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali, Firenze

BALLESTRA G., BERTOZZI R., BUSCAROLI A., GHERARDI M, VIANELLO G., *Applicazione dei sistemi informativi geografici nella valutazione delle modificazioni ambientali e territoriali.* P.F. RAISA - CNR, Coll. Ricerche avanzate per innovazioni nel sistema agricolo, FrancoAngeli, Milano, 1996.

BOUNOUS G. (2003) *Frutteto di castagno.* In: Il Castagno (ed G.Bounous), pp. 71-90. edagricole, Bologna.

BOUNOUS G. et al. (2002) *Aspetti paesaggistici e culturali del castagno: problematiche di tutela e valorizzazione. In: Atti del Convegno Nazionale del Castagno 2001* (ed E.Bellini), pp. 365-373. F&F, Firenze.

MALTONI A., MARIOTTI B., & TANI A. (2003) *Analisi di caratteri architetturali in cultivar di castagno. In: Atti del Convegno Nazionale "Castagno 2001"* (ed E.Bellini), pp. 326-333. Ministero delle Politiche Agricole e Forestali, Firenze.

TURCHETTI T. et al. (2003) *Indagine sulla diffusione del mal dell'inchiostro nei castagneti del Mugello (Fi).* In: Atti del Convegno nazionale del Castagno 2001 (ed E.Bellini), pp. 230-235. F&F, Firenze.

TURCHETTI T. & ROTUNDO G. (2003) *Il castagno quale essenza forestale e da frutto: aspetti fitosanitari.* In: Atti del Convegno nazionale del Castagno 2001 (ed E.Bellini), pp. 189-210. F&F, Firenze.

VANNINI A., VETTRAINO A.M., & ANSELMI N. (2003) *Patologia. In: Il Castagno* (ed G.Bounous), pp. 103-113. edagricole, Bologna

VIANELLO G., *Acquisizione delle informazioni: tecnologie finalizzate alla redazione della cartografia tematica.* Boll. AIC, n. 48 - 49, Parma, 1980.

LA RAPPRESENTAZIONE DELLE AREE GLACIALIZZATE DELLA MONTAGNA ALPINA NELLA CARTOGRAFIA POSTGEODETICA E OTTOCENTESCA (SECOLI XVIII-XIX)

Lamberto Laureti (*)

(*) Dipartimento di Scienze della Terra - Università di Pavia

1. Montagne e ghiacciai nella cartografia settecentesca

Nella cartografia antica, almeno fino a quasi tutto il XVIII secolo, si può registrare un interesse per gli aspetti dell'idrografia assai più marcato che non per il rilievo e l'altimetria. In pratica, anche all'epoca del Cassini (che possiamo considerare il padre della cartografia topografica), le carte si limitavano a mostrare l'ubicazione delle montagne senza curarsi della loro altezza e della loro precisa dimensione, per cui la rappresentazione del rilievo era effettuata con criteri molto approssimativi e comunque privi della necessaria precisione geometrica.

In realtà, il concetto di altitudine comincerà ad affermarsi solo in seguito ai progressi delle misure barometriche, allo sviluppo della geometria descrittiva e al perfezionamento della tecnica e degli strumenti di osservazione geodetica. D'altra parte le aree montuose fungevano spesso da frontiere e quindi non si riteneva conveniente rappresentarle con esattezza a rischio di rivelare così una sorta di segreto militare, anticipando il tal modo criteri che spesso hanno caratterizzato la cartografia contemporanea, come è risaputo, sia a piccola che a grande scala.

Annidati nel cuore delle più alte montagne, anche i ghiacciai hanno subito la stessa sorte. Spesso ignorati o con la loro indubbia presenza appena accennata con una semplice scritta ("les glacières" o "glacières perpétuelles" ancora indicati con un sostantivo femminile) che appare in alcune rappresentazioni del XVII secolo come quelle che l'ingegnere militare e topografo piemontese Giovanni Tomaso Borgonio (1680) aveva allestito per la monumentale opera di Jan Blaeu figlio (il *Theatrum Statuum Regiae Celsitudinis Sabaudiae Ducis*, Amsterdam 1682) (TAVOLA I, figura 1) e per la costruzione della cosiddetta *Carta di Madama Reale* (1680) in 15 fogli, relativa all'intero Regno di Sardegna (TAVOLA I, figura 3), poi rifatta interamente nel secolo successivo da Jacopo Stagnone (1772) in 12 fogli.

Ma già nella seconda metà del XVIII secolo cominciò ad affermarsi il termine maschile "glacier" che H. B. de Saussure definiva come un "ammasso di ghiaccio

eterno che si forma e si conserva nelle vallate e sui pendii montuosi" [*Voyages dans les Alpes*, 1786, t. II, § 518]. Il termine "glacier" compare peraltro già nel 1750 in una carta del generale Pierre-Joseph Bourcet (*Carte géometrique du Haute-Dauphiné*) (TAVOLA II, figura 5), nella *Carte de Suisse* dei fratelli Homann (1768) o in quella di M. A. Pictet (1786) relativa al massiccio del Monte Bianco (TAVOLA II, figura 8) e inserita nel secondo volume della citata opera del Saussure.

Comunque, nella cartografia corografica di questo periodo l'indicazione delle aree glacializzate è sempre molto approssimata o viene del tutto trascurata. Altri esempi, ma non i soli, sono quelli relativi alla grande (150 x 145 cm) *Carta del Teatro della Guerra in Italia* di E. Bouchard (1799) in 6 fogli (TAVOLA I, figura 2), alla carta del *Départment du Mont Blanc* (1792) incisa dal Boutrois e revisionata dall'ingegnere-geografo P. Longchamps su incarico della Convenzione Nazionale (TAVOLA II, figura 4) o alla *Nouvelle Carte de la Suisse* (1778) del cartografo inglese William Faden (TAVOLA II, figura 6), in cui la rappresentazione del rilievo segue ancor canoni tradizionali ed è comunque priva di qualunque riferimento altimetrico.

Ma ancora nel corso del Settecento comincia, specialmente nella cartografia a scala più grande, a comparire l'inserimento di una simbologia relativa specificamente alla rappresentazione delle aree glacializzate. È il caso della celebre *Carte de France* di Cesare Francesco Cassini (opera veramente monumentale, in 182 fogli, iniziata nel 1756 e compiuta nel 1815, in proiezione cilindrica inversa ideata appositamente e la cui scala, di 1:86 400, fu adottata anche per la cartografia austriaca degli stati italiani nel secolo successivo) dove l'indicazione, pur nella sua evidenza, è ancora molto debolmente accennata (TAVOLA II, figura 7), mentre nell'*Atlas tyrolensis* di Peter Anich (1774) essa è molto più chiara, al pari delle stesse delimitazioni areali. Inoltre, in questo atlante, vero gioiello della cartografia settecentesca, la simbologia relativa è espressamente inserita nella legenda (TAVOLA III, figure 10 e 11).

Un certo regresso si nota invece in alcune altre rappresentazioni, anche appartenenti a serie sistematiche ufficiali, come la ben nota *Carta Generale del Teatro della Guerra in Italia e nelle Alpi* (1799-1802), in 30 fogli, di Louis Albert Ghislain Bacler Dalbe, capo del "Bureau" topografico dell'allora generale Bonaparte (TAVOLA IV, figura 12), o come la più modesta tavola relativa al massiccio del Monte Bianco inserita nell'opera del canonico Rendu, *Théorie des Glaciers de la Savoie* (1840) e redatta in base ad indicazione del Saussure (TAVOLA V, figura 14).

2. Le aree glacializzate nella cartografia dell'Ottocento

Solo dopo la misurazione del grado di latitudine ed il perfezionamento delle operazioni di triangolazione e di calcolo delle quote, seguiti dall'adozione (sia pure parziale e sporadica, delle curve di livello, dovuta inizialmente al francese Dupain Triel, 1791) delle norme fissate dal Lehmann sul tratteggio a luce zenitale

(1799), la rappresentazione delle aree montuose assume contorni più verosimili consentendo quindi di potervi comprendere anche quelle dei corpi glaciali, le cui effettive condizioni potevano, fino ad allora, valutarsi prevalentemente attraverso la copiosa iconografia disponibile.

Una precisa delimitazione delle aree glacializzate nonché una loro rappresentazione che ne evidenziasse l'aspetto morfologico compare, infine, nel corso della prima metà del XIX secolo, nelle prime serie topografiche a grande scala (1:80.000, 1:50.000, ecc.) di produzione francese, svizzera, austriaca, piemontese.

Non ancora soddisfacente appare il sistema di rappresentazione delle aree glacializzate (anche se previsto nella stessa legenda dei simboli) seguito dalla *Carta topografica del Regno Lombardo-Veneto* (1833), prodotta in 42 fogli ed alla scala di 1:86.400 dall'Istituto Geografico Militare austriaco in Milano, in cui le superfici in questione risultano praticamente bianche ma con un leggero tratteggiamento grafico che ne consenta di metterne in evidenza la morbilità (TAVOLA VII, figura 18).

In confronto, decisamente migliore è l'immagine fornita dalla cartografia piemontese espressa nella bella *Carta Topografica degli Stati di Terraferma di S.M. il Re di Sardegna*, rilevata negli anni 1816-30, ma pubblicata solo tra il 1852 e il 1871 in 94 fogli, alla scala di 1:50 000 (TAVOLA VIII, figura 22). Del resto, i topografi ed i cartografi del Corpo Reale di Stato Maggiore piemontese si distinsero sempre per le loro capacità tecniche ed espressive, come risulta anche dalla bella carta del Monte Bianco e dei suoi ghiacciai (qui purtroppo riprodotto solo in bianco e nero) disegnata ad acquarello da quell'abilissimo topografo e cartografo che era il Luogotenente Felice Muletti (TAVOLA V, figura 15).

Con l'introduzione delle curve di livello nella cartografia a grande scala per la rappresentazione del rilievo si prospetta la possibilità di estendere tale metodo anche alle superfici ghiacciate per le quali inizialmente il riporto delle isoipse è piuttosto lievemente accennato e solo più tardi, verso e dopo la metà del XIX secolo, viene regolarmente applicato (ma in quella italiana solo verso la fine del secolo).

Gli esempi di questo periodo sono ovviamente assai numerosi e in questa sede se ne ricorderanno solo alcuni tra i più significativi e dovuti, oltre che agli organismi ufficiali (TAVOLE: VII, figure 19, 20 e 21; VIII, figura 23; IX, figure 24 e 25) anche ad enti privati come i vari club alpini e turistici sorti e sviluppatisi proprio nella seconda metà dell'Ottocento (in particolare il Club Alpino Svizzero ed il Club alpino tedesco-austriaco nonché il nostro Touring Club Italiano, particolarmente attivo nella prima metà del Novecento (TAVOLE: IV, figura 13; X, figure 26 e 27), mentre non mancano interessanti ed accurate, oltre che precise rappresentazioni in testi di carattere scientifico (TAVOLA VI, figura 17)o in atlanti tematici, come il bellissimo *Physical Atlas of Natural Phenomena* (1854) di A. K. Johnston che contiene un magnifica tavola relativa al massiccio del Monte Bianco e dei suoi ghiacciai (TAVOLA VI, figura 16)

L'importanza della rappresentazione

delle superfici glacializzate mediante curve di livello che è di fondamentale importanza per la valutazione delle variazioni, non solo areali ma anche volumetriche degli stessi corpi glaciali, specialmente nel corso degli ultimi 100-150 anni, in coincidenza cioè con l'attuale fase di regresso che li sta caratterizzando, verrà meglio illustrata in questo stesso Convegno nella relazione del collega Alberto Carton.

TAVOLA I

FIGURA 1

Tabula Generalis Sabaudiae (1682), di G. T. Borgonio, in *Teatrum Statuum Regiae Celsitudinis Sabaudiae Ducis* di J. Blaeu, Amsterdam. Scala originale approssimativa di 1:400.000. Documento originale a colori [da Aliprandi 2000]. La presenza di aree glacializzate è evidenziata dalla scritta Les Glaciéres che è tracciato attraverso il profilo delle alte montagne che sovrastano a nord la conca di Chamonix (Chamounis nella carta). È chiaro che tale collocazione, che non corrisponde topograficamente alla realtà, ha un valore puramente simbolico: il massiccio del Monte Bianco (che qui non è neppure indicato), infatti, si trova a sud est di Chamonix. Molto verosimilmente, come rilevano gli Aliprandi (2000), l'autore della carta voleva riferirsi alla descrizione riportata nel Theatrum di Blaeu relativa alla regione del Faucigny situata a nord ovest della valle di Chamonix: "Des montagnes trés hautes s'y dressent surtout vers le Valais et la Vallée d'Aoste: là trônent *Les Glacières* que les gens du pays appellent *la Montagne Maudite* parce quelle est toujours couverte de neige et de glace".

FIGURA 2

Carta del teatro della guerra in Italia (1799), di E. Bouchard, incisione di F. Muller, Artaria, Vienna. Scala originale approssimativa 400.000 [da Aliprandi 2000]. L'area del Monte Bianco è chiaramente indicata anche con grandi caratteri del toponimo, mentre la presenza di coperture glaciali è evidenziata solo da due distinte scritte in lingua tedesca sui due opposti versanti del massiccio: a nord *Eisgletscher* (lett.: ghiacciaio di ghiaccio) e a sud *Das Grosse Eismeer* (il grande mare di ghiaccio, cioè l'attuale *Mer de Glace*) e ancora *Eisgletscher.*

FIGURA 3

Carta Generale de Stati di Sua Altezza Reale (1680), di G. T. Borgonio, incisione di G. M. Belgrano, Torino. Scala originale approssimativa 1:190.00 [da Aliprandi 2000]. Le indicazioni relative a montagne e aree glacializzate sono in questa carta piuttosto imprecise e probabilmente dovute anche alla mancanza di un effettivo sopralluogo da parte dell'autore della carta, servitosi certamente di informazioni di seconda mano. D'altra parte, a quell'epoca, cioè alla metà del Seicento, l'area in questione doveva essere poco accessibile a causa sia degli intensi innevamenti che della notevole espansione delle coperture glaciali. Si era infatti in una delle fasi culminanti della "Piccola Età Glaciale" avviatasi nel secolo precedente e conclusasi solo dopo ola metà dell'Ottocento.

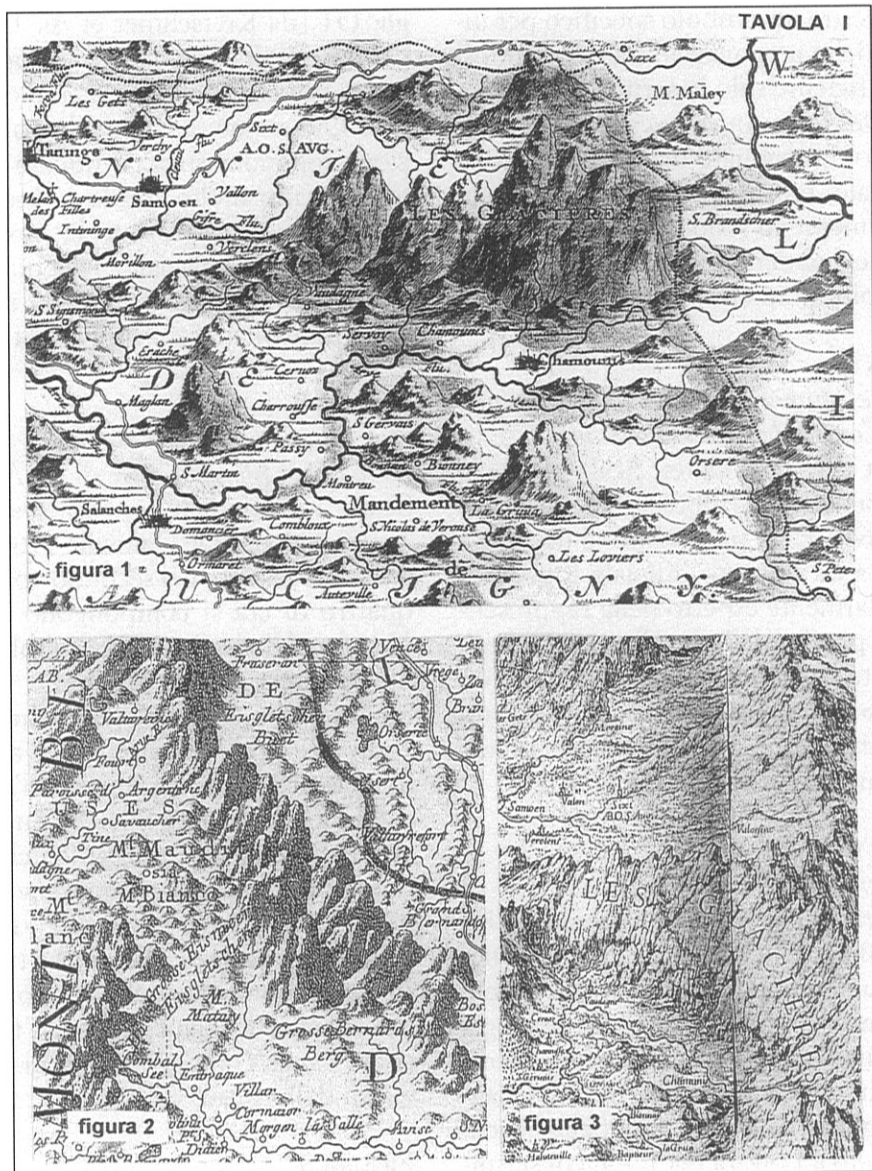



TAVOLA II

FIGURA 4

Carta del *Département du Mont Blanc* (1792), di J. B. Raymond, corretta e aumentata da P. Longchamps, Paris. Scala originale approssimativa 1:280.000. Documento originale a colori [da Reverdy 1986]. Probabilmente a motivo della scala di tipo corografico non risultava age-

vole inserire un simbolo specifico per indicare delle aree glacializzate, ridendosi così sufficiente solo la scritta toponomastica. Del resto, questa, come altre consimili commissionate dalla Convenzione Nazionale, era una carta che aveva sostanzialmente lo scopo di mostrare la situazione politico-amministrativa che allora subita frequenti mutamenti.

FIGURA 5

Carte géométrique du Haut-Dauphiné et du Comté de Nice (1748-54) di P.-J. Bourcet e F. de Villaret. Scala originale approssimativa 1 :100.000 [da de Dainville 1964]. È un particolare di una carta prodotta da un noto ufficiale topografo particolarmente esperto nella rappresentazione precisa delle vie di comunicazione e di tutto ciò che poteva costituire un ostacolo allo spostamento di convogli militari. Anche qui l'indicazione dei ghiacciai è puramente simbolica.

FIGURA 6

Nouvelle Carte de la Suisse (1799) di W. Faden. Scala originale approssimativa 1:400.000 [da De Dainville 1964]. Questa carta, è una delle prime a riportare il toponimo del Monte Bianco (lo aveva già fatto l'ingegnere e matematico Pierre Martel in un suo resoconto dei suoi viaggi tra i ghiacciai e sulle Alpi della Savoia pubblicato a Londra nel 1744, cui si ispira lo stesso Faden, come riferiscono gli Aliprandi 2000), ma anche quelli di singoli ghiacciai come la Mer de Glace.

FIGURA 7

Carte de France (1756-1815) di C. F. Cassini. Scala originale 1:86.400, foglio151 [da Kretschmer et Al. 1986]. La cartografia del Cassini è fin troppo conosciuta per essere ulteriormente commentata. Qui si noterà come, oltre all'indicazione toponomastica, si utilizza un tratteggiamento molto sottile e fitto a linee parallele per evidenziare la morbidezza della copertura glaciale, nella quale compaiono (in alto a destra dello spezzone cartografico) anche alcuni grossi erratici.

FIGURA 8

Carte de la partie des Alpes qui avoisine le Mont Blanc (1786), di M. A. Pictet. Scala originale approssimativa 1 :100.000 [da De Dainville 1964]. Questa carta, inserita nel secondo volume dei quattro di cui si compongono i celebri *Voyages* del de Saussure pubblicati nel lungo intervallo di 17 anni a testimonianza delle accurate ricerche da lui compiute sull'alta montagna alpina, è forse la prima che rappresenta l'area glacializzata del Monte Bianco con particolare dettaglio, sia topografico che toponomastico. L'originale inoltre sovrappone alle coperture ghiacciate una tinta acquerellata celeste che dona a tutto l'insieme un notevole risalto, unito alla formale eleganza della carta incisa finemente dal Pictet, compagno di escursioni e di viaggi dello stesso de Saussure.

FIGURA 9

Topographische Karte der Schweiz (1864), di G.-H. Dufour. Scala originale 1:100.000, foglio XIII (Interlacken-Sarnen) [da L. Brandstätter 1983]. Fin dalla metà del XIX secolo la cartografia elvetica si è distinta per la produzione di raffinate quanto precise rappresentazioni, de-

rivate oltre che da un eccellente rilevamento topografico in zone particolarmente difficili come quelle dell'alta montagna alpina, anche dalla perfezione delle incisioni su rame o acciaio. Ne è una testimonianza questa splendida serie sistematica, nota anche come *Carta Dufour*, ristampata per oltre mezzo secolo. Qui è mostrata la rappresentazione delle aree glacializzate mediante curve di livello che forniscono un'immagine piuttosto attendibile dell'andamento delle superfici ghiacciate, pe-

raltro correlate altimetricamente a quelle rocciose che le circoscrivono.

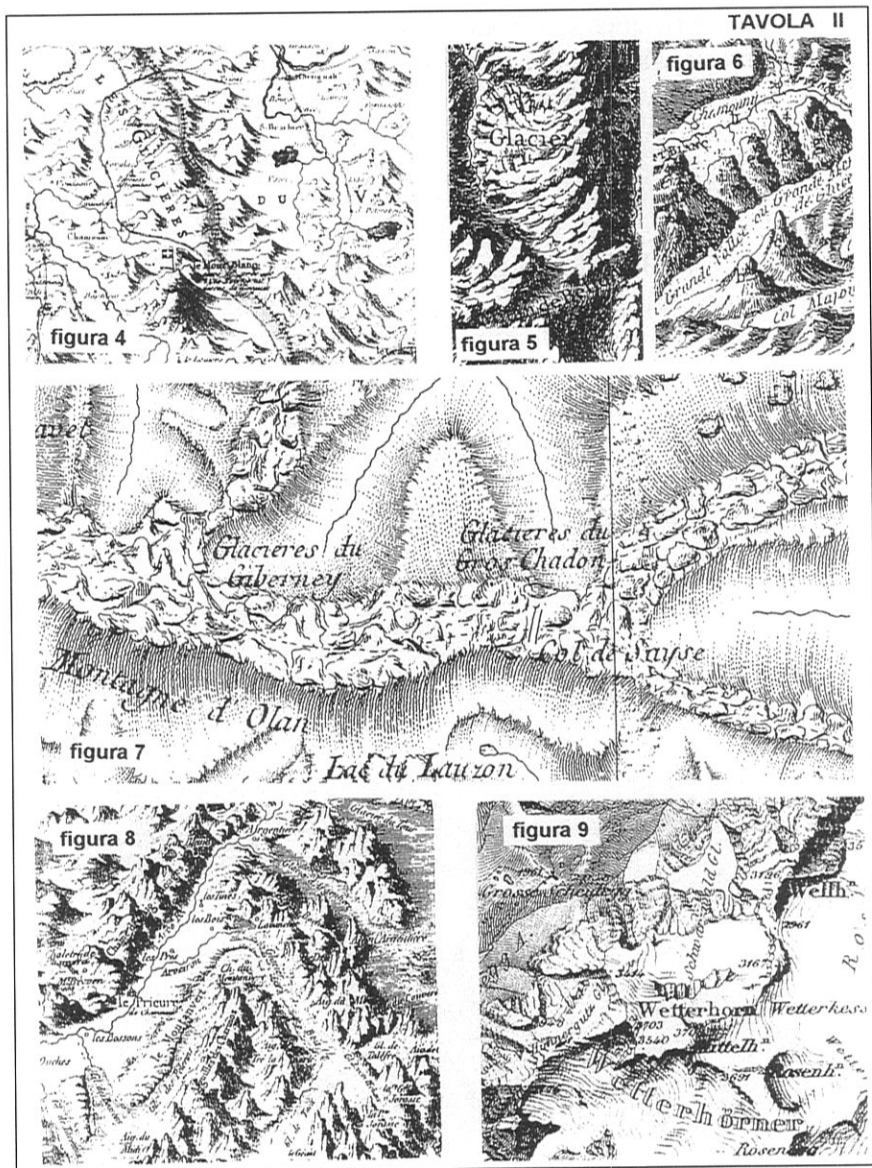



TAVOLA III

Figura 10

Atlas Tyrolensis (1774), di P. Anich e B. Hueber, incisione di E. Mansfeld, Vienna. Scala originale approssimativa 1:100.000. Tavola VII. Anche se, ovviamente, privo delle indicazioni altimetriche, pur tuttavia questo atlante si distingue per la ricchezza delle indicazioni toponomastiche e idrografiche. Esso inoltre costituisce una indubbia fonte di riferimento per la situazione relativa alle are glacializzate, non solo indicate con una simbologia adeguata, ma anche delimitate con una certa accuratezza, cosa parti-

TAVOLA III

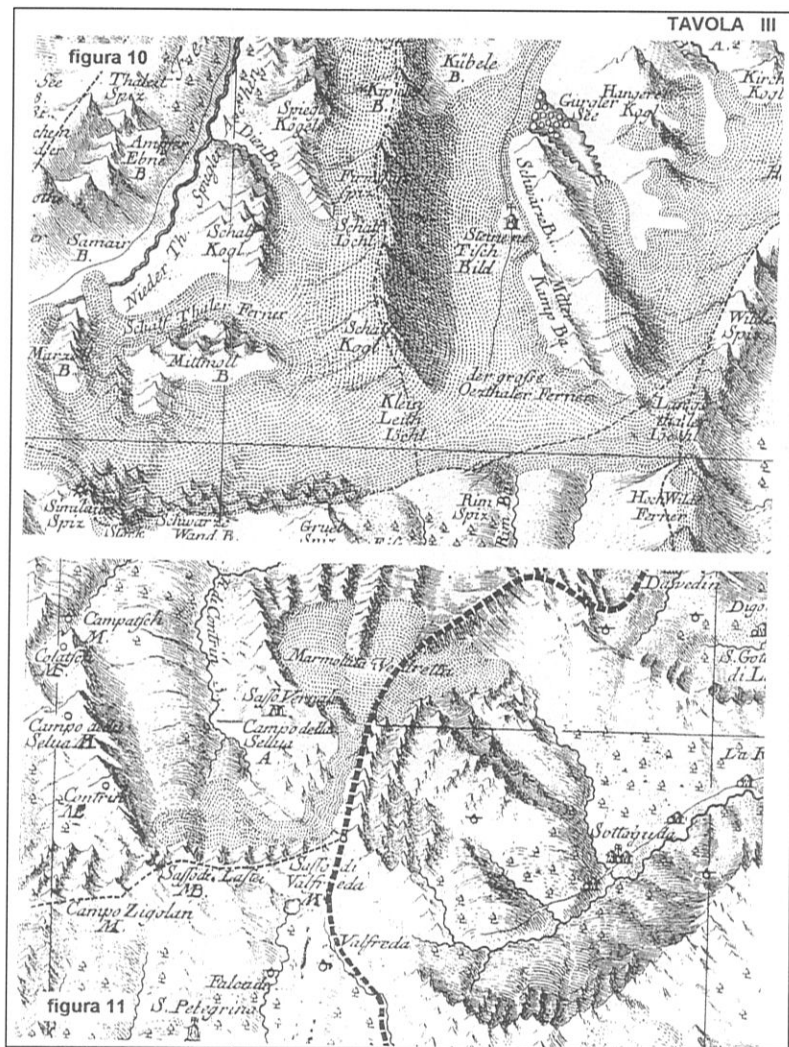



figura 10

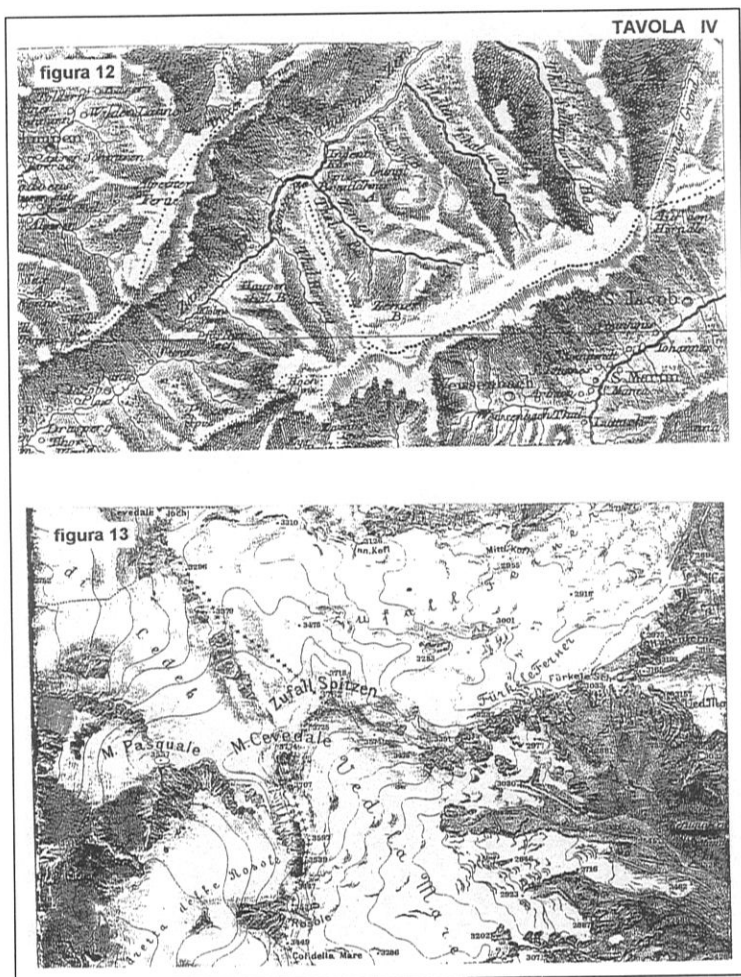
figura 11

colarmente utile considerato il periodo in cui l'opera stata redatta. Nell'esempio qui riportato è mostrata l'area delle Alpi venostane (Oetztaler Alpen) con il gruppo del Similaun e dell'Altissima (Hoch Wilde) e i relativi ghiacciai.

FIGURA 11

Atlas Tyrolensis (1774), di P. Anich e B. Hueber, incisione di E. Mannsfeld, Vienna. Scala originale approssimativa 1:100.000. Tavola XIV. La tavola rappresenta l'area dolomitica con i ghiacciai della Marmolada. Significativo il collegamento con le vedrette situate più a sud, oltre il Passo di Contrin (vedretta Vernale, Valfredda, ecc.). Si vedano, per confronto, le figure della tavola X.

TAVOLA IV

FIGURA 12

Carta Generale del Teatro della Guer-

ra in Italia e nelle Alpi (1799-1802), di L. A. G. Bacler Dalbe, inc. dei F.lli Bordiga, Milano. Scala originale approssimativa 1:256.000. Foglio H VIII. Lo spezzone rappresenta, con un disegno dal tratto abbastanza speditivo (si consideri che i trenta fogli della carta furono preparati in breve tempo assemblando materiali provenienti dalle fonti più diverse, senza quindi un sistematico riscontro diretto sul terreno), la zona attualmente al confine tra Italia e Austria (Zillertaler Alpen) compresa tra la Zamser Tal e la valle Aurina con i ghiacciai del Gran Pilastro (Hoch feil Spiz) e dell'Olperer (Alperner Ferne).

FIGURA 13

Carta del Gruppo dell'Ortler (1891), del Club Alpino Tedesco e Austriaco,

TAVOLA V

figura 14

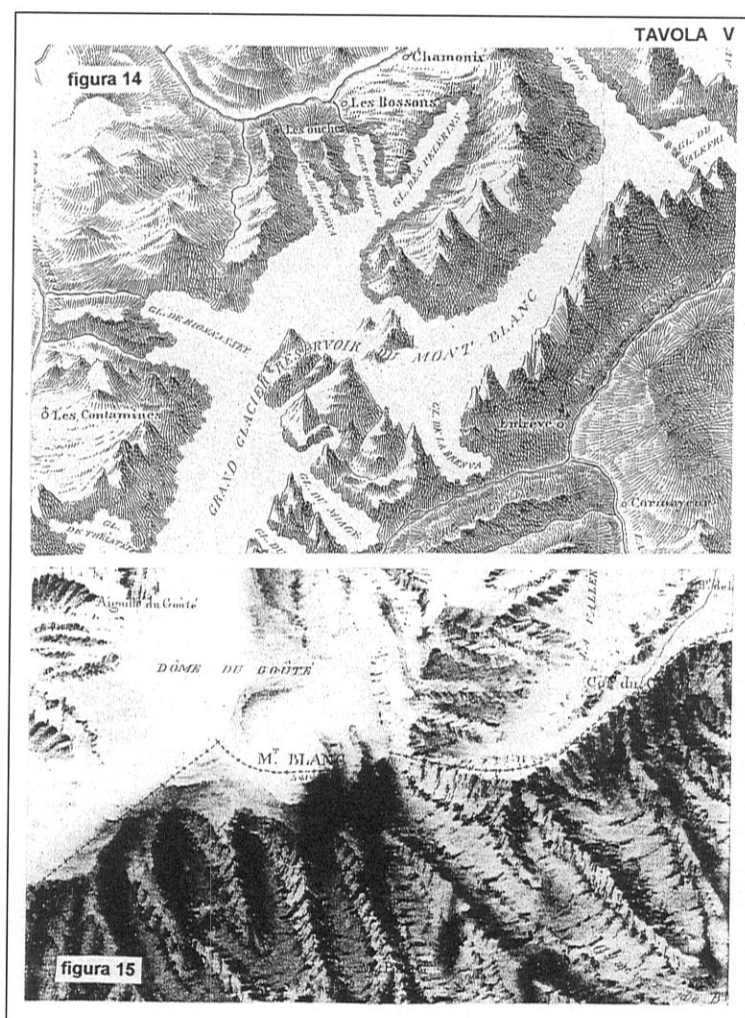
figura 15

dai rilievi dell'Imperial Regio Istituto Geografico Militare e dell'I.G.M.; a cura dell'Istituto Cartografico H. Petters. Scala originale 1:50.000. Nell'ultimo quarto del XIX secolo il Club Alpino tedesco-austriaco ha prodotto numerose carte a grande scala (generalmente 1:50 000) sia sulla base di rilievi diretti che di materiale di fonte ufficiale. Ne sono risultate rappresentazioni di forte impatto espressivo, per l'abilità degli incisorio, ma anche di notevole precisione cartografica grazie alla competenza e alla professionalità dei topografi. In questo esempio è mostrata l'area dell'Ortles-Cevedale in cui le superfici glaciali sono adeguatamente rappresentate mediante tratteggio e curve di livello.

TAVOLA V

FIGURA 14

Carte representant le plateau du Mont Blanc (1840), Litograf. Courtois & Aubert, Chambéry. Scala di leghe 25 al grado [da Aliprandi 2000]. Questa cartina, di circa 21 x 18 cm, inserita nel citato volume del canonico Rendu, è interessante più che per la rappresentazione dei ghiacciai del Monte Bianco, evidenziati solo con spazi bianchi, dalla relativa toponomastica.

FIGURA 15

Carta topografica degli Stati di Terraferma di S. M. il Re di Sardegna (1823), Corpo Reale dello Stato Maggiore, rilevamento e disegno di F. Muletti. Scala originale 1:50.000. Foglio H 8, documento originale a colori [da AA. VV. 1991]. Lo spezzone fa parte di una serie alla scala di 1:50.000 in 12 fogli, eseguita sotto la direzione del Maggior Generale Monthoux, comandante il Corpo Reale di Stato Maggiore. La rappresentazione, a carattere prospettico, si distingue per la sua particolare efficacia plastica.

TAVOLA VI

FIGURA 16

Map of the Glacier System of Mont Blanc (1854), di A. K. Johnston, Edinburgh. Scala originale approssimativa 1:135.000. Documento originale a colori [da Johnston 1854, plate 5]. Di questa carta, pregevole per fattura e contenuto, esistono altre versioni, come quella riportata in Aliprandi 2000. L'Atlante che la contiene (citato nel testo) costituisce ancor oggi un interessante documento tematico di utile consultazione, non inferiore al più noto *Physikalischen Atlas* di Heinrich Berghaus (1838-48).

FIGURA 17

Map of the Mer de Glace of Chamouni and of adjoining district (1855), di J.-D. Forbes, Lithogr. Hellfarth, Edinburg. Scala originale 1:50.000. Documento originale a colori [da Aliprandi 2000]. È, questa, la seconda edizione di una carta apparsa nel 1842 ad una scala doppia. L'autore, James-David Forbes, alpinista, glaciologo e cartografo, ne ha fatto una rappresentazione di estremo dettaglio, ricca do notazioni morfologiche e toponomastiche. Particolarmente espressiva è anche la raffigurazione delle aree glacia-

lizzate evidenziate altresì da una tinta celeste acquerellata.

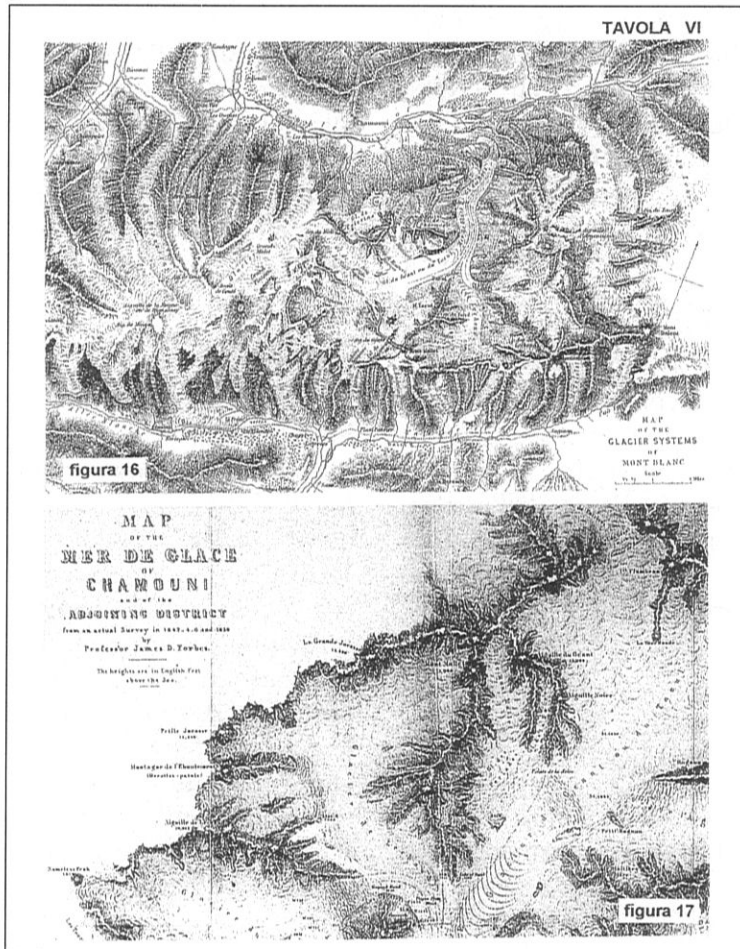
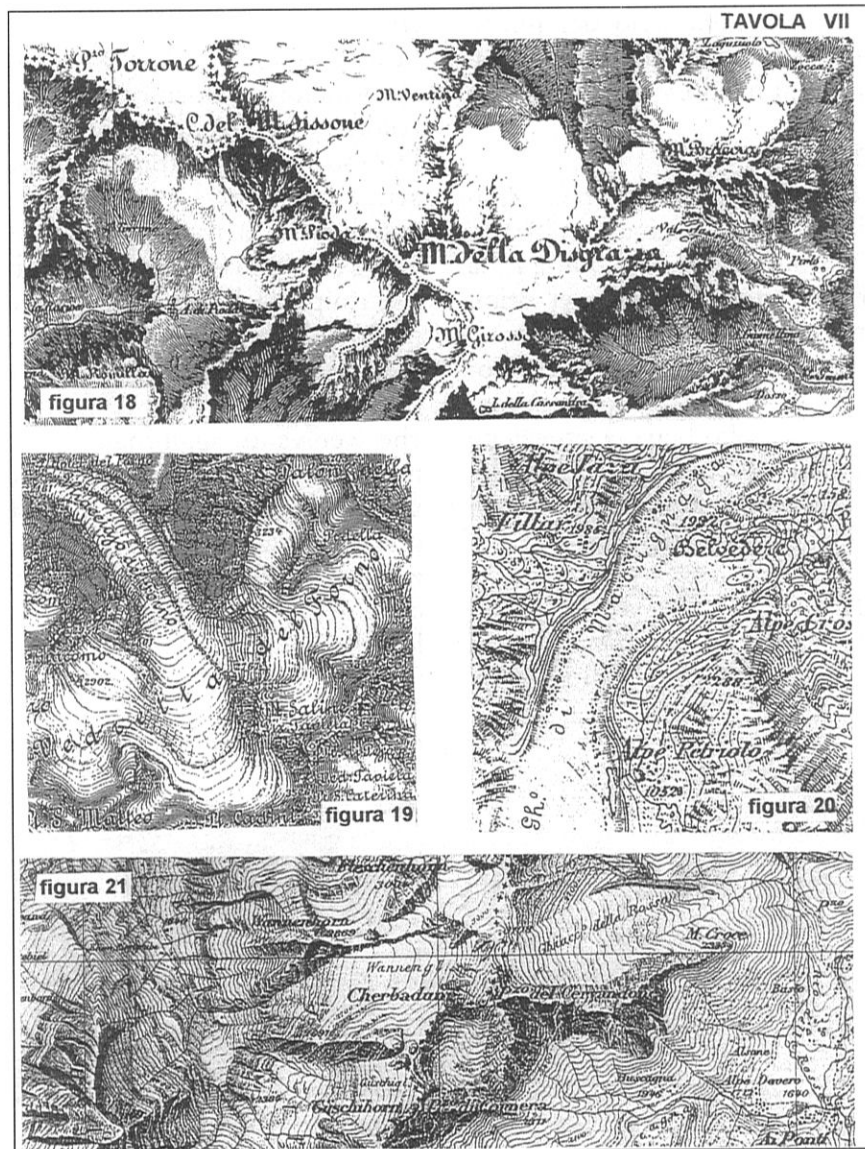



TAVOLA VII

Figura 18

Carta topografica del Regno Lombardo-Veneto (1833), Istituto Geografico Militare Austriaco in Milano. Scala originale 1:86.400. Foglio C 2. Lo spezzone mostra un tratto delle Alpi Retiche (gruppo del Bernina-Disgrazia) dove le coperture glaciali sono evidenziate solo dal bianco con un leggero tratteggio che tuttavia consente, con una certa approssimazione ad evidenziare anche i limiti delle stesse.

Figura 19

"Specialkarte" dei territori austriaci delle Alpi (1887), Imper. Regio Istituto Geografico Militare di Vienna. Scala originale 1:75.000. Foglio Bormio e

Passo del Tonale (zona 20, colonna III). Questa serie, che interessa anche tutta l'area dell'attuale regione trentino-altoatesina, è particolarmente ricca di informazioni, realizzata anche, com'è, con curve di livello e tratteggio con relativa ombreggiatura. Ne deriva però una rappresentazione particolarmente folta di segni, graficamente pesante e di difficile lettura, per cui qui si è dovuti ricorrere ad un notevole ingrandimento per evidenziare i dettagli dell'esem-

pio riportato, il ghiacciaio dei Forni, qui cartograficamente modellato con fittizie curve di livello.

FIGURA 20

Carta d'Italia (1884), Istituto Geografico Militare. Scala originale 1:50.000. Foglio 29 (Monte Rosa), quadrante I. La cartografia ufficiale italiana, nei primi decenni post-unitari si è subito cimentata con il rilevamento e la rappresentazione delle aree montuose alpine. In questo esempio è resa molto bene la situazione del ghiacciaio del Belvedere, nell'alta Valle Anzasca, con il suo bravo corteo di morene che ne circoscrive la fronte.

FIGURA 21

Atlante topografico della Svizzera (1847, revisionato nel 1884) di H. Siegfried, Servizio Topografico Federale. Scala originale 1:50.000. foglio 498 (Helsenhorn), documento originale a colori. Nel corso dell'ultimo quarto dell'Ottocento la cartografia topografica svizzera produceva regolarmente serie sistematiche a tre colori (rosso per le curve di livello e azzurro per l'idrografia e le isoipse delle coperture glaciali), come questa nota anche come *Atlante Siegfried*, di grande precisione e ricche di informazioni, in specie altimetriche, che venivano aggiornate puntigliosamente ad ogni edizione. Ne è derivata una documentazione ancora oggi di grande utilità. Lo spezzone presenta una zona delle Alpi Lepontine con il ghiacciaio della Rossa sul versante occidentale della Val d'Ossola.

TAVOLA VIII

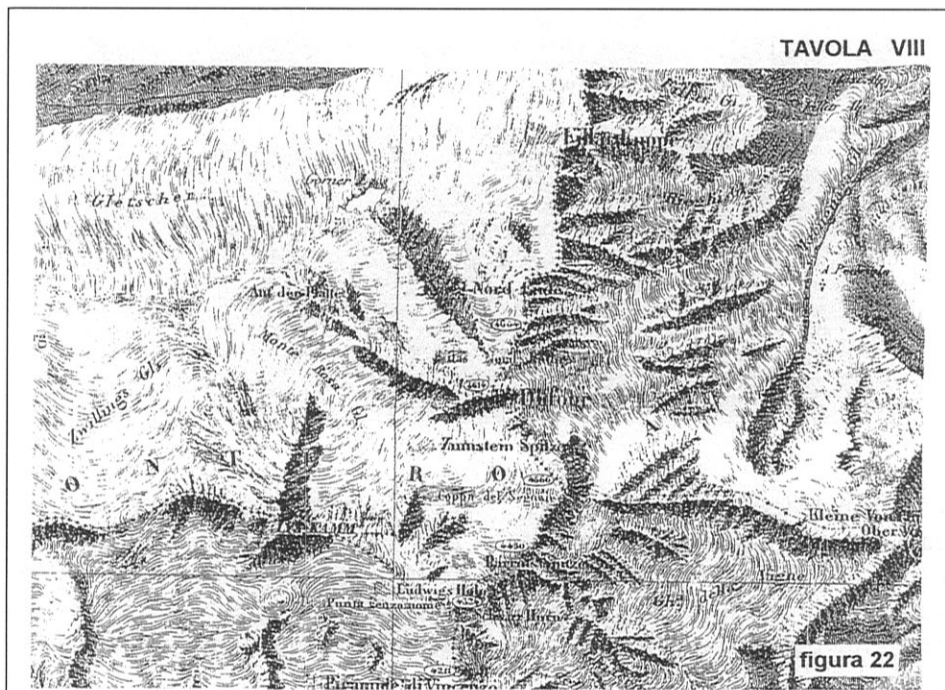



figura 22

TAVOLA VIII

FIGURA 22

Carta topografica degli Stati Sardi di Terraferma (1852, rilievo 1816-30), Corpo Reale dello Stato Maggiore di S. M. il Re di Sardegna. Scala originale 1:50.000. Foglio 23 (Monte Rosa). Pur non coincidendo con le curve di livello, il particolare tratteggio utilizzato in questa rappresentazione delinea molto bene l'andamento della copertura glaciale nel massiccio del Monte Rosa, mentre, nonostante la grande scala, la toponomastica glaciale e le informazioni altimetriche risultano ancora piuttosto scarse.

FIGURA 23

Carta d'Italia (1884, aggiornamento 1925), Istituto Geografico Militare. Scala originale 1:50.000, foglio 29 (Monte Rosa), quadrante I. Molto più incisiva e ricca di informazioni è questa rappresentazione dove però le superfici ghiacciate non sono ancora evidenziate da vere isoipse. Si pensi che l'originale è in bianco e nero, mentre nello stesso periodo la cartografia elvetica produceva ottime serie a colori (cfr. la figura 21 della tavola VII).

TAVOLA IX

FIGURA 24

Carta topografica della Svizzera (1845-64), di G.-H. Dufour, Servizio Topografico Federale. Scala originale 1:100.000. Foglio Simplon (edizione 1910), documento originale a colori. La validità della già ricordata *Carta Dufour* è testimoniata da questa edizione degli inizi del Novecento, particolarmente utile per verificare, confrontata con le precedenti, l'evoluzione di un sistema glaciale come quello dell'Aletsch qui rappresentato,

figura 23

TAVOLA IX

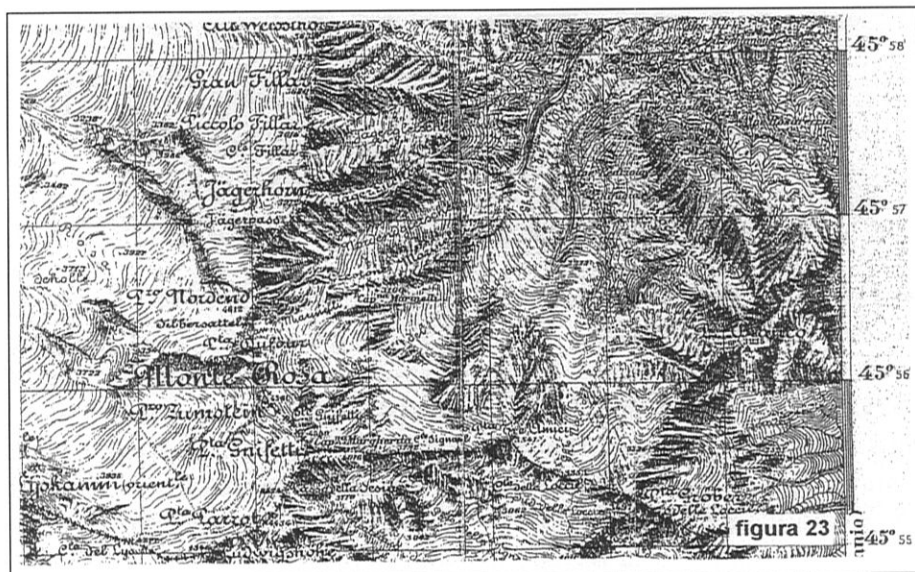
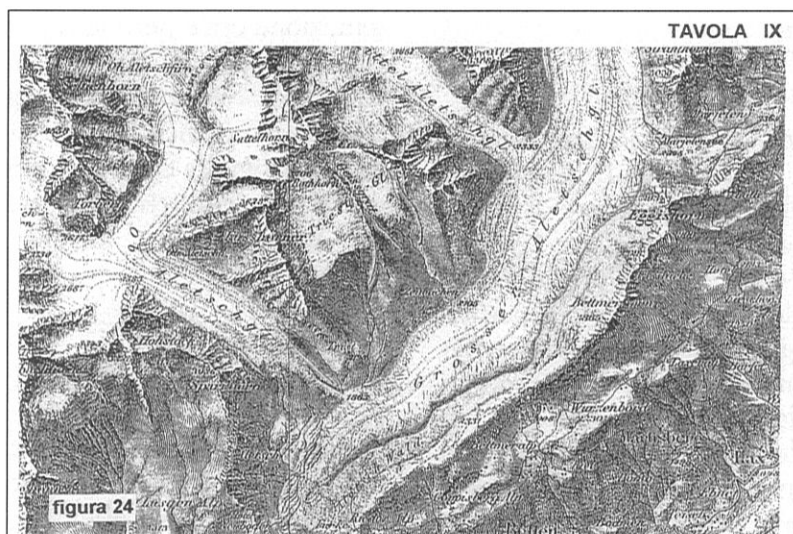



figura 24

figura 25

nell'originale, con una stampa in azzurro, come il resto dell'idrografia.

FIGURA 25

Carta d'Italia (1907), Istituto Geografico Militare. Scala originale 1:100.000. Foglio 5 (Val Formazza), documento originale a colori. Avviatasi tardi rispetto a quelle degli altri grandi paesi europei, la cartografia italiana riuscì a recuperare rapidamente il distacco, come testimonia questa bella serie al 100.000 (con curve di livello in bistro e idrografia in azzurro) completata nel giro di un trentennio. L'esempio qui riportato mostra, come quelle precedente, la parte terminale del

ghiacciaio di Aletsch, per nulla inferiore alla coeva carta elvetica.

TAVOLA X

FIGURA 26

Carta del Gruppo della Marmolada (1905), Club Alpino tedesco e austriaco, a cura dell'Istituto Cartografico G. Freytag & Berndt. Scala originale 1:50.000. Documento originale a colori. È, questo, un altro esempio della capacità tecnico-espressiva della cartografia alpinistica austro-tedesca (ma qui in effetti essenzialmente austriaca), particolarmente apprezzabile osservando direttamente l'originale a colori. È un vero peccato che questo fo-

glio non sia più nel catalogo della cartografia dell'attuale Club Alpino Austriaco, sostituito dal ridotto esemplare relativo solo al gruppo del Sella.

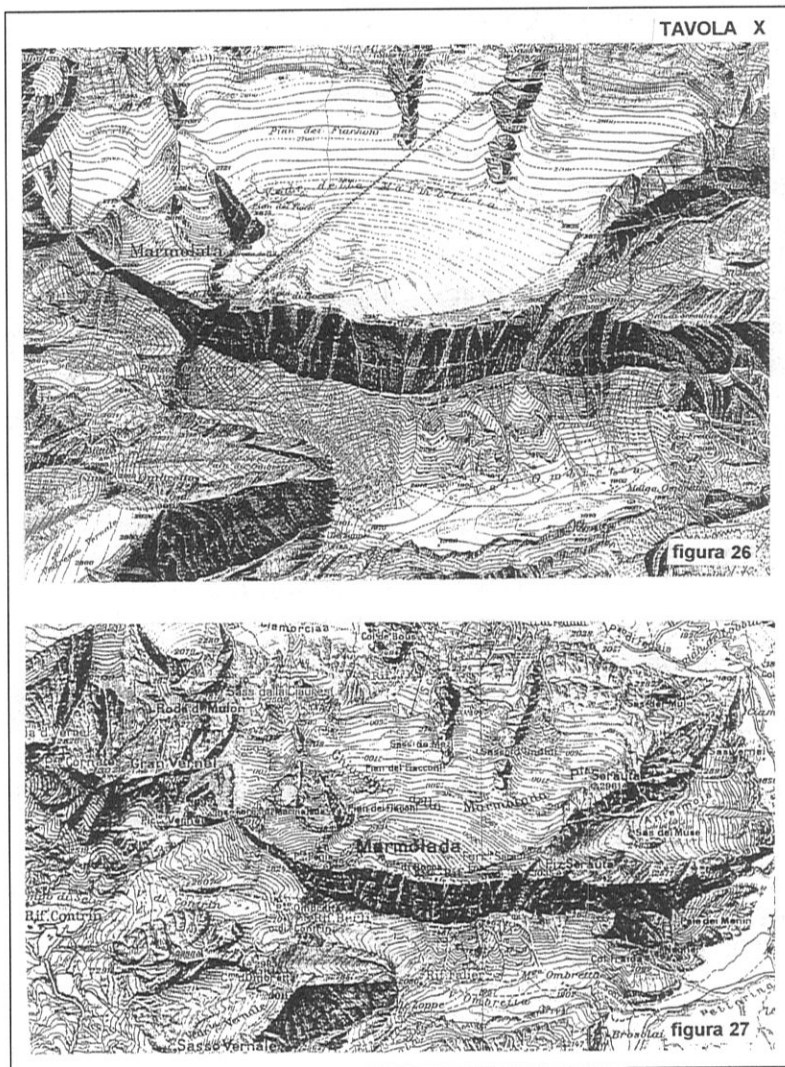



FIGURA 27

Carta delle zone turistiche d'Italia (1934), Touring Club Italiano. Scala originale 1:50.000. Foglio Val Gardena, Marmolada, Catinaccio, Gruppo Sella (edizione 1954), documento originale a colori. Impostata nel corso degli anni '30 del Novecento, la cartografia topografica del Touring Club Italiano, ha prodotto delle serie di notevole impatto espressivo nonché di grande perfezione esecutiva mai più raggiunte nei tempi successivi, nonostante il suo carattere derivato (ma per la carta delle Grigne si procedette appositamente ad un rilevamento diretto !). L'esempio qui riportato si presta bene ad un confronto con quello precedente che fu certamente tenuto presente nella prima impostazione della carta.

Riferimenti bibliografici

AA. VV. (1991), *Le Alpi in scala*, catalogo della mostra "L'immagine della montagna nella tecnica cartografica" (Torino 1991), Club Alpino Ital., Sez. di Torino.

ALIPRANDI L. & G. (1974), *Le Grandi Alpi nella cartografia 1482-1865*, Priuli & Verlucca, Torino.

ALIPRANDI L. & G (2000), *La découverte di Mont-Blanc par les cartographes 1515-1925*, Priuli & Verlucca, Torino.

BARRERA A. (1990), *Il Piemonte nella cartografia del Settecento*, Soc. Ingegneri e Architetti, Torino.

BORRI A. (1999), *L'Italia nell'antica cartografia 1477-1799*, Priuli & Verlucca, Torino.

BRANDSTÄTTER L. (1983), *Gebirgskartographie*, F. Deuticke, Wien.

CARTON A., BARONI C. & SEPPI R. (2003), *La cartografia antica ed attuale negli studi di glaciologia e di geologia glaciale*, Atti del Conv. Naz. sulla "Cartografia della Montagna" (Trento 2003), Boll. AIC, XLI, 120.

DE DAINVILLE F. (1964), *Le langage des géographes*, Picard, Paris.

JOHNSON A. K. (1854), *Physical Atlas of Natural Phenomena*, W. Blackwood & Sons, Edinburgh and London.

KRETSCHMER I, DORFLINGER J. & WAWRIK FRANZ (1986), *Lexikon der Geschichte der Kartographie*, F. Deuticke, Wien.

LAURETI L. (2000), *The glaciers observations on the Italian side of the Lepontine Alps (Val d'Ossola)*, III Intern. Meting on Alpine Glaciology, Comit. Glaciol. Ital., Trento.

MORI A. (1922), *La cartografia ufficiale in Italia e l'Istituto Geografico Militare*, Stabil. Poligr. della Guerra, Roma.

PAVARI A. (1934), *Catalogo ragionato delle carte esistenti nella Cartoteca dell'Istituto Geografico Militare*, Parte II (Carte d'Italia e delle Colonie italiane), I. G. M., Firenze.

PELFINI M., DIOLAIUTI G. & SMIRAGLIA C. (2001), *L'utilizzo della cartografia storica per lo studio delle variazioni ambientali e antropiche dell'alta montagna alpina.* Atti del Conv. Naz. su "Cultura cartografica e culture del territorio" (Sassari 2000), Boll. AIC, XXXVIII, 111-112-113, pp. 443-64.

REVERDY G. (1986), *Atlas historique des routes de France*, Presse de l'École Nat. des Ponts et Chaussées, Paris.

IMMAGINI SATELLITARI AD ALTA RISOLUZIONE: UN NUOVO STRUMENTO PER L'AGGIORNAMENTO DELLA CARTOGRAFIA IN ZONA MONTANA

G. Garnero (*), **D. Godone** (*)

(*) Università degli studi di Torino, DEIAFA - Sez. Topografia e Costruzioni Rurali

La presente ricerca è stata finanziata all'Interno del progetto COFIN2000 dal Titolo "*Analisi della copertura del suolo agricolo e del paesaggio per applicazioni a carattere agro-ambientale con nuovi sensori satellitari ad altissima risoluzione*" – Coordinatore Nazionale Prof. P.L. Bonfanti, Coordinatore Locale Prof. R. Chiabrando.

Introduzione

La montagna è un ambiente molto complesso ed è sede di molteplici processi, naturali ed antropici che, nel tempo, portano a continui cambiamenti e trasformazioni del territorio in ogni suo elemento.

I succitati processi sono inoltre caratterizzati da un'elevata estensione dell'area di influenza e da un'altrettanto elevata intensità: basti pensare alle dimensioni ed agli impatti di un evento franoso o di un bacino per la raccolta di acqua per scopi idroelettrici: in entrambi i casi si assiste ad una repentina trasformazione dell'assetto territoriale.

La pianificazione e la gestione di un territorio così dinamico richiedono basi cartografiche caratterizzate da elevata precisione ed un costante aggiornamento.

L'area oggetto di indagine è l'Alta Val di Susa, in particolare la città di Bardonecchia e le zone limitrofe: la presenza di insediamenti urbani, di impianti sciistici e di altre strutture turistiche coesistenti con vaste aree ad elevata copertura forestale e versanti interessati da fenomeni erosivi, anche di notevoli proporzioni, rende la scelta del *test-site* particolarmente interessante.

La designazione inoltre della vallata come sede di impianti sportivi destinati alle olimpiadi invernali "Torino 2006" incrementa ulteriormente l'interesse per la zona di studio.

L'area prescelta si estende per circa cinquemila ettari con un'escursione di quota che varia da 1100 a 3200 metri: si tratta quindi di un'estensione ragguardevole con presenza di morfologia molto accentuata e variabile.

Lo scopo della presente memoria è la verifica dell'applicabilità delle immagini da satellite di seconda generazione, caratterizzate da elevata risoluzione geometrica, come base per l'aggiornamento cartografico.

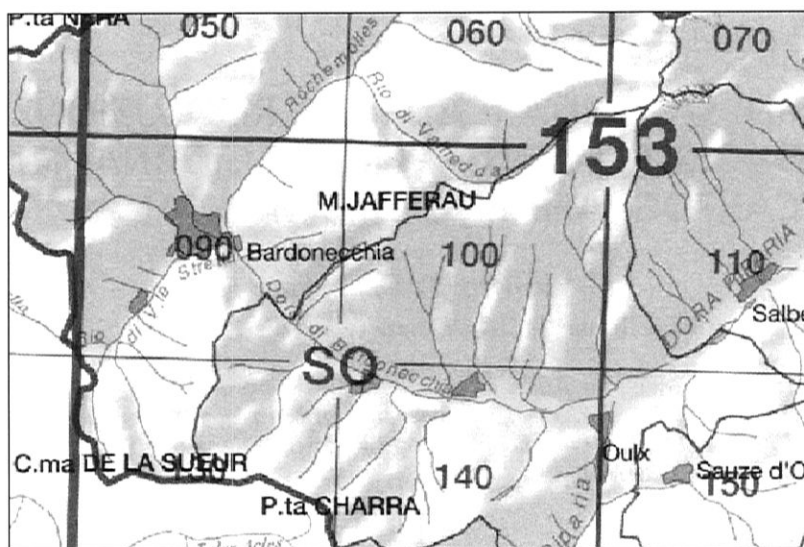



FIGURA 1) *Inquadramento cartografico 1:100000*

Tale processo avverrà in due fasi distinte: ortorettifica di una porzione dell'immagine e verifica tramite confronto tra coppie di punti di controllo del risultato ottenuto.

Materiali e metodi

Nella sperimentazione è stata impiegata un'immagine del satellite EROS A1, appartenente ad una costellazione satellitare caratterizzata da un'elevata risoluzione geometrica.

Le peculiarità del satellite possono essere riassunte nella seguente tabella.

L'immagine impiegata nella ricerca è stata ripresa il giorno 30/09/2002 con le seguenti caratteristiche:

- *gsd = 0.85*
- *mean_pt_angle = 17.50*
- *image_length = 24.627873*
- *image_width = 6.064350*

quota orbitale	480 km
inclinazione orbitale	66°
tipo di orbita	eliosincrona
periodo orbitale	98 minuti
sensore	pancromatico CCD 7000 px/line
periodo di rivisitazione	< 1 giorno
risoluzione pancromatica	1.8 m
risoluzione spettrale	0.5 - 0.9 micron
risoluzione radiometrica	11 bit
abbracciamento	12 km

TABELLA 1) *dati tecnici satellite EROS*

- *7137P and 28984L*

L'immagine originale appare molto distorta, segno di una evidente non nadiralità del sensore, e l'elevata orografia rende problematica la gestione del procedimento. L'unico processamento subito dall'immagine iniziale è la correzione radiometrica (correzioni sistematiche).

L'immagine è acquisita con tecnologia *OverSample*, per cui il campionamento risulta decisamente buono e la collimazione dei particolari relativamente agevole.

L'immagine disponibile presenta un buon contrasto ed assenza di effetti di diffusione atmosferica, per cui, dal punto di vista radiometrico, non sono state eseguite particolari elaborazioni preventive.

La prima fase della sperimentazione prevede una georeferenziazione e un successivo trattamento geometrico dell'immagine originale.

L'immagine 1A è stata inserita all'interno dell'ambiente di lavoro tramite un modulo di lettura delle immagini Eros: questo modulo importa l'immagine in formato 1A andando a leggere il PASS file e costruendo un segmento orbitale all'interno della nuova immagine in formato proprietario (file *.pix*) contenente i dati relativi al satellite. Questo segmento orbitale permette di andare a costruire un modello geometrico rigoroso al fine di ottenere risultati, in termini di georeferenzazione, molto accurati pur utilizzando un numero relativamente basso di punti di controllo.

A questo punto si è proceduto alla costruzione di un database di punti di controllo a terra ricavato dalla Carta Tecnica Regionale del Piemonte alla scala 1/10.000 in formato vettoriale (ripresa aerea 1995 alla scala media 1/20000, restituzione fotogrammetrica numerica diretta del 1997 in formato E00 e DXF), e sulla base di detti punti di controllo è stato effettuata la georeferenzazione.

Le dimensioni del *subset* georiferito sono le seguenti:

- *5400P and 9215L*
- *Upper_Left:* *308733.861E* *4995679.312N*
- *Lower_Right:* *318456.281E* *4989285.671N*

Sull'immagine 1A è stata quindi effettuata la procedura di ortorettifica, utilizzando il software *ER Mapper 6.3*, in particolare il modulo "*Ortho and Geocoding*".

Per il modello digitale è stato utilizzato il modello digitale del terreno della Regione Piemonte, con le seguenti caratteristiche:

- *griglia di 50 m nel reticolato Gauss-Boaga*
- *precisione 3-5 m*

Il vettoriale e il modello digitale sono stati inseriti nel software mediante l'*utility* di importazione; è di particolare importanza, per quanto riguarda la Carta Tecnica, la selezione dei *layer* da importare per ottenere una base cartografica con il necessario corredo di informazioni, evitando inutili ridondanze che complicherebbero solo le collimazioni.

Al termine del processo l'immagine finale è stata ottenuta mediante un ricampionamento di tipo *nearest neighbour,* il quale mantiene un elevato livello di dettaglio che rende più agevoli le operazioni di identificazione dei particolari, aspetto fondamentale per il prosieguo dell'indagine e per i succitati scopi.

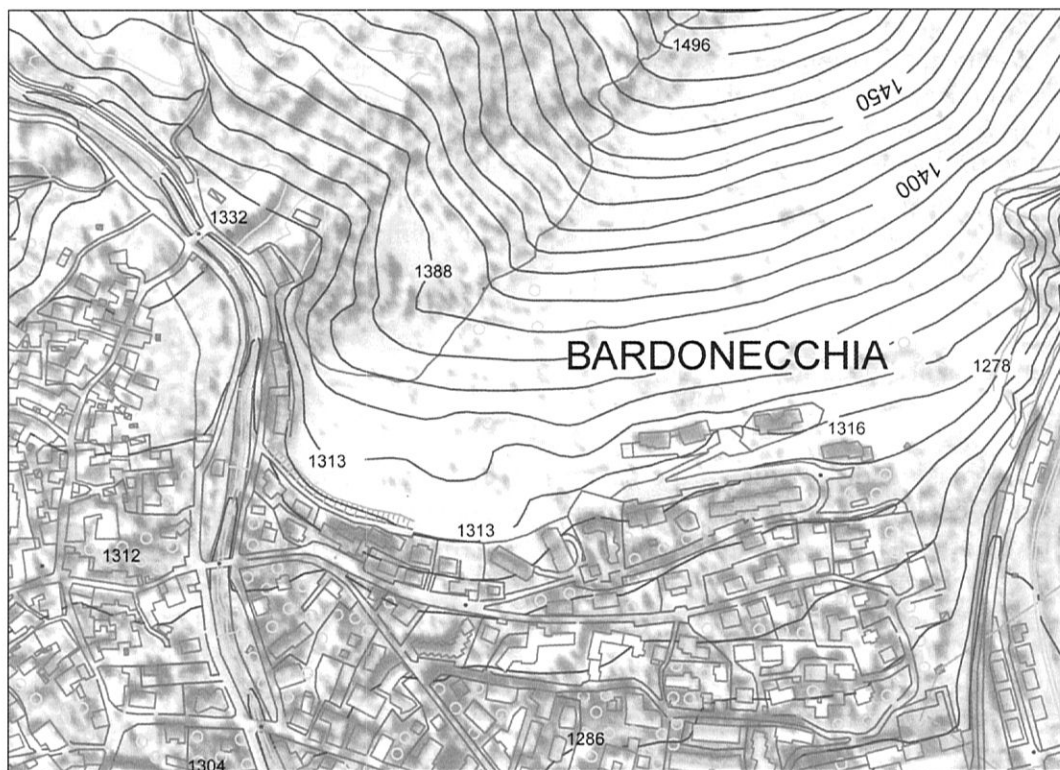



FIGURA 2) *Particolare 1:5000 sovrapposizione Carta Tecnica/Ortoimmagine*

La precisione ottenuta risultava accettabile anche mediante immediata verifica tramite overlay della Carta Tecnica sull'immagine.

L'immagine ortorettificata è stata quindi oggetto di indagine per verificare il suo impiego come base per l'aggiornamento cartografico.

Si è proceduto confrontando un database di punti individuati sull'immagine con un ulteriore insieme di punti di controllo collimati sulla Carta Tecnica Regionale.

Per distribuire adeguatamente i punti sull'intera zona è stata costruita una serie di reticoli a maglia regolare sulla base del reticolo di taglio della CTR: la sezione di riferimento è la 153090, all'interno della quale sono state eseguite ulteriori suddivisioni generando sub-aree ed un reticolo di dettaglio sull'abitato di Bardonecchia.

La codifica delle maglie del reticolo ha permesso di strutturare una classificazione univoca della posizione di ogni punto collimato sull'ortoimmagine e, conseguentemente, di associare ad esso il corrispondente punto di controllo.

Con tale metodologia si intende evitare di concentrare i punti in porzioni limitate caratterizzate da un'elevata quantità di particolari facilmente collimabili,

FIGURA 3) *Reticolo 1:50000 e particolare 1:5000*

a scapito di settori, anche di notevole estensione, privi di elementi di geometria facilmente individuabile, per i quali l'operatore non andrebbe naturalmente a collocate alcun test point.

La scelta dei punti è avvenuta con priorità verso particolari con geometria ben definita, nella fattispecie elementi di natura antropica; dove questi non erano presenti o non facilmente collimabili, si è optato per elementi ben visibili sull'immagine, ricercando comunque una buona qualità nella collimazione.

In quest'ultimo caso, in assenza di elementi meglio definiti come gli spigoli delle case, la quasi totalità dei punti appartenevano ad elementi naturali, quali confluenze di alvei o limiti di zone boscate, o seminaturali, come strade sterrate: nonostante questo fatto, in alcuni settori del reticolo non è stato possibile individuare alcun particolare che potesse essere riconosciuto e sicuramente individuabile in cartografia.

La ricerca dei punti è avvenuta sull'ortoimmagine, con la Carta Tecnica Regionale ed il reticolo in overlay. In questo modo è stato possibile verificare immediatamente la coesistenza del particolare sui due supporti, il posizionamento nel reticolo e la natura del punto; risulta inoltre opportuno specificare come nella scelta di detti punti si è prestato una particolare attenzione all'individuazione di particolari di facile riconoscimento in entrambi i supporti e di altrettanto agevole collimabilità.

Le succitate operazioni sono state eseguite lavorando in ambiente *ArcGis 8.1*: in particolare per la strutturazione delle celle del reticolo e la successiva classificazione dei punti è stata impiegata l'*extension GeoProcessing* con la funzione di *spatial join*.

I database di punti così strutturati sono stati uniti con la funzione *join* in maniera univoca tramite il comune attributo di posizionamento all'interno del reticolo. La nuova tabella è stata esportata in *Excel* per le successive elaborazioni di

valutazione della precisione.

Tramite le funzioni di calcolo sono stati computati gli scarti ed i seguenti indicatori statistici:

- media degli scarti;
- media dei moduli degli scarti;
- varianza;
- scarto quadratico medio.

X_COORD (CTR)	Y_COORD (CTR)	CODICE	X_COORD (ORTHO)	Y_COORD (ORTHO)	TIPO_PUNTO
1316500.36349	4996045.19796	IA1	1316500.98076	4996037.14297	*naturale*
1317185.79939	4995389.65414	IA3	1317184.86134	4995392.08109	*antropico*
1316710.39764	4995449.86467	IA4	1316713.06980	4995449.86496	*naturale*
1318973.27830	4995491.76084	IB	1318972.16443	4995491.75414	*naturale*
1318414.32648	4995505.78212	IB4	1318414.65202	4995504.32150	*naturale*
1318502.00176	4994638.62124	IC1	1318498.72807	4994639.39273	*antropico*

TABELLA 2) *Estratto del foglio di lavoro per il la verifica della precisione geometrica*

Risultati ottenuti

L'analisi degli scarti ha fornito risultati confortanti per gli scopi prefissati: le precisioni ottenute consentono l'impiego dell'immagine satellitare per aggiornamento della Carta Tecnica in scala 1:10000.

In particolare non si verificano effetti sistematici (media degli scarti sensibilmente tendenti al valore nullo), ed i moduli delle medie, ed i relativi valori massimi, sono compatibili con le soglie di accettazione dei Capitolati di cartografia numerica attualmente in uso.

È stata inoltre effettuata un'ulteriore analisi per discriminare la precisione dei punti di controllo a seconda della loro natura: sono stati pertanto separati in due differenti fogli di lavoro i punti di natura antropica ed i punti cosiddetti "naturali".

Si sono così ripetute le analisi sugli scarti ottenendo in entrambi i casi risultati soddisfacenti: nel caso dei punti di origine antropica il risultato era prevedibilmente migliore, ma dall'analisi dei punti naturali non sono risultati valori particolarmente deteriorati dal comprometterne l'utilizzazione.

In questa situazione deve essere comunque eseguita dall'operatore una preventiva analisi per giudicare immediatamente, sulla base del supporto cartografico da aggiornare, la validità del punto che si intende utilizzare per costituire un valido indicatore dal punto di vista geometrico: in altri termini, occorre limitare l'utilizzo a punti che siano rimasti il più possibili "fissi" nell'intervallo di tempo per il quale si richiede l'aggiornamento e questo, in modo particolare nel caso di particolari appartenenti ad elementi "naturali", non è sempre facile da garantire.

Media scarti		Media moduli scarti		SQM	
X	Y	X	Y	X	Y
0.08	0.45	1.19	1.41	1.73	2.09

TABELLA 3 *Tabella riassuntiva delle verifiche della precisione*

Media scarti		Media moduli scarti		SQM	
X	Y	X	Y	X	Y
0.15	0.153	1.22	1.31	1.81	1.68

TABELLA 4 *Verifica della precisione dei punti antropici*

Media scarti		Media moduli scarti		SQM	
X	Y	X	Y	X	Y
-0.23	1.83	1.04	1.83	1.33	3.37

TABELLA 4) *Verifica della precisione dei punti "naturali"*

Conclusioni

Dal punto di vista della precisione conseguita è possibile affermare che i risultati su esposti sono compatibili con le precisioni richieste per l'aggiornamento di cartografie tecniche regionali in scala 1:10000, coerentemente con le usuali indicazioni relative alla precisione di graficismo.

Analizzando in particolare situazioni come quella in esame, si sottolinea la necessità di individuare, sia in fase di ortorettifica sia in fase di verifica del processo, punti di controllo situati anche in aree apparentemente prive di particolari con geometria facilmente individuabile, in modo tale da consentire una razionale distribuzione sia dei punti necessari alla georeferenzazione e ortoproiezione, sia per il controllo dei risultati conseguiti, ben sapendo che la ricerca di tali elementi può, in certi casi, risultare particolarmente difficile.

Applicando tale accorgimento, pur comportando un complessivo lieve peggioramento nella precisione del prodotto finale, si può essere maggiormente certi della distribuzione e dell'uniformità all'interno dell'immagine, garantendo quindi un complessivo controllo e l'applicabilità dei prodotti conseguiti anche per elaborazioni cartografiche legate a discipline forestali, geologiche, ecc., discipline che richiedono adeguate precisioni in porzioni del territorio con scarsa presenza di elementi facilmente riconoscibili e che, quindi, vengono spesso trascurate nei processi di aggiornamento.

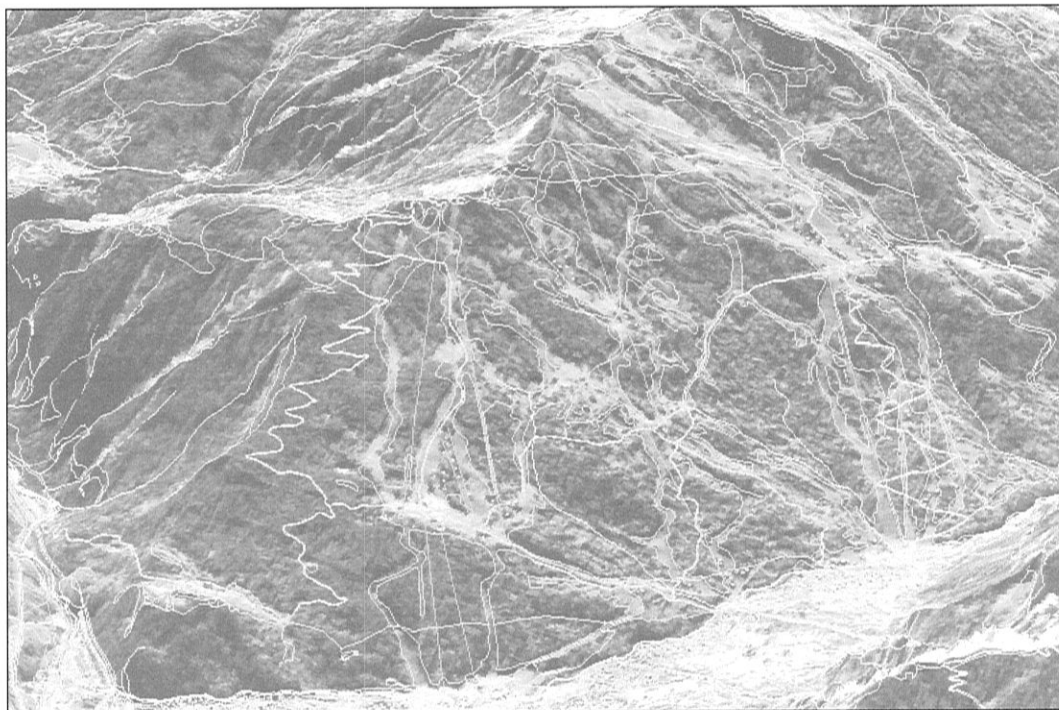



FIGURA 4) *Particolare dell'ortoimmagine drappeggiata sul modello digitale del terreno*

La possibilità di utilizzo delle ortoimmagini per l'aggiornamento cartografico può inoltre essere migliorata attraverso le usuali procedure di elaborazione delle immagini quali filtraggi ed equalizzazione dei livelli radiometrici.

Il software *ER Mapper 6.3*, impiegato nel corso della sperimentazione, permette ad esempio la creazione di colorazioni dell'immagine secondo *palette* di colori preimpostate in maniera da evidenziare particolari elementi: ne consegue che l'operatore, trovandosi a lavorare su una particolare porzione dell'immagine, potrà avvalersi di dette colorazioni per meglio distinguere determinati particolari.

Un'ulteriore ausilio all'operatore è costituito dai filtri per l'estrazione dei contorni che, basandosi principalmente sui contrasti cromatici tra *pixel* adiacenti generano una rappresentazione vettoriale di detti contorni.

Il maggiore ostacolo all'applicazione di queste metodologia risulta però nella definizione dei parametri che regolano la selezione operata dal filtro: in ogni caso il risultato dell'operazione deve essere ancora verificato dall'operatore e sottoposto ad operazioni di *editing* e di correzione.

Per valorizzare infine ulteriormente il prodotto conseguito è possibile drappeggiare l'immagine ortorettificata sul modello digitale precedentemente utilizzato ottenendo una rappresentazione particolarmente suggestiva del territorio

e in particolare, trattandosi di zona di montagna, dell'orografia: nell'esempio riportato, oltre all'immagine satellitare, viene drappeggiata anche la corrispondente porzione di Carta Tecnica.

Si precisa infine che si è ritenuto di operare col ricampionamento tipo *nearest neighbour* e non altri (quali ad es. il *cubic resampling*) i quali, pur producendo un'immagine più "morbida", comportano una notevole perdita di dettaglio che rende più complesse le operazioni di identificazione dei particolari.

Bibliografia

M.BARBARELLA, F. MANCINI, M. ZANNI, *Aggiornamento di cartografia tecnica tramite immagini ad alta risoluzione*, Atti della VI° Conferenza Nazionale A.S.I.T.A., Perugia, 5 – 8/11/2002

F. ALBANESE, S. LAGIGLIA, P. MEDAGLI, *Il telerilevamento da satellite per la cartografia della P.A. locale*, Atti della VI° Conferenza Nazionale A.S.I.T.A., Perugia, 5 – 8/11/2002

M. PALAZZO, G. RIZZO, L. SABETTA, L. VASANELLI, N. ZACCARELLI, *aggiornamento di cartografia tecnica in scala 1:10000 mediante immagini satellitari pancromatiche ad alta risoluzione: un'applicazione al comune di Surbo nella penisola Salentina*, Atti della VI° Conferenza Nazionale A.S.I.T.A., Perugia, 5 – 8/11/2002

V. BAIOCCHI, R. BIANCHINI, M. CRESPI, F. MAIMONE, *aggiornamento di cartografie a scala medio-alta in paesi in via di sviluppo mediante immagini satellitari ad alta risoluzione: l'esempio di Tangeri*, Atti della VI° Conferenza Nazionale A.S.I.T.A., Perugia, 5 – 8/11/2002

M. MARSELLA, F. VOLPE, *analisi delle potenzialità dei dati satellitari ad alta risoluzione per la generazione di Ortofoto*, Atti della VI° Conferenza Nazionale A.S.I.T.A., Perugia, 5 – 8/11/2002

P. BOCCARDO, F. GIULIO TONOLO, A. LINGUA, *studio di fattibilità per l'utilizzo fotogrammetrico di immagini ad alta risoluzione acquisite dal satellite EROS A1*, Atti della VI° Conferenza Nazionale A.S.I.T.A., Perugia, 5 – 8/11/2002

F. RADICIONI, S. GRASSI, F. MANCINI, *utilizzazione di immagini satellitari ad alta risoluzione a fini cartografici*, Atti della VI° Conferenza Nazionale A.S.I.T.A., Perugia, 5 – 8/11/2002

V. D'ACUNTI, F. D'ELIA, M. DE VITA, A. PEDUTO, I. PINTO, P. PONTILLO, A. SPALLICCI, *validazione di Immagini da Satellite ad Alta Risoluzione (IKONOS) - Applicazione ad una Zona ad Alta Criticità*, Atti della V° Conferenza Nazionale A.S.I.T.A., Rimini, 9 – 12/10/2001

A. CASTAGNOLI, M. MARCHETTI, F. VOLPE, *sperimentazione di tecniche satellitari ad alta risoluzione geometrica e/o spettrale per l'aggiornamento della CTR della regione Emilia-Romagna,* Atti della V° Conferenza Nazionale A.S.I.T.A., Rimini, 9 – 12/10/2001

PRIMI RISULTATI GEOMORFOLOGICI DA STRISCIATE LASER SCANNING DELLA FRANA DEL PASSO DELLA MORTE

Giancarlo Massari (*), **Michele Potleca** (*), **Nicola Stefanelli** (*)

(*) Direzione Regionale della Protezione Civile - Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia

Introduzione

Un tratto dell'alta valle del fiume Tagliamento è interessato da un movimento franoso di rilevanti dimensioni che si sviluppa in sinistra idrografica in corrispondenza del "Passo della Morte" (fig. 1), in comune di Forni di Sopra (provincia di Udine).

Il dissesto si è manifestato in superficie prima con lenti ma continui cedimenti della sede stradale (SS 52 Carnica), poi con lesioni della volta della galleria in fase di costruzione da parte dell'ANAS, il cui completamento ha subito notevolissimi ritardi ed a tutt'oggi appare fortemente pregiudicato.

La gravità del fenomeno, venutosi a determinare per la parziale e recente riattivazione di un'antica paleofrana, ha indotto la Direzione regionale della Protezione Civile ad impegnarsi, con la collaborazione del CNR-IRPI di Padova, nel monitoraggio e nello studio della dinamica del fenomeno. A tal fine, oltre alle tecniche tradizionali (inclinometri, estensimetri, piezometri, rilievi topografici, ecc..) si è deciso di sperimentare anche l'utilizzo della tecnologia laserscannig da piattaforma aerea. Per questa analisi, gli obiettivi che ci si prefigge sono i seguenti:

- Disporre di un DTM di dettaglio dell'area in frana e del suo intorno per condurre un'analisi geomorfologica di grande accuratezza e tale da consentire di individuare ogni elemento utile per la perimetrazione del corpo principale e dei corpi secondari costituenti la frana;
- Ricavare i vettori spostamento per ogni punto dell'area indagata e caratterizzare le aree in movimento dal punto di vista spazio-temporale.

Se per le finalità del primo punto è sufficiente un unico rilievo laser a scansione, per ottenere quanto previsto dal secondo punto è necessario disporre di più rilievi eseguiti a scadenze periodiche.

In questo lavoro vengono descritte le evidenze morfologiche fornite essenzialmente dalla scansione laser le quali sono soltanto un primo supporto e dovranno essere certamente validate dai prossimi rilievi geologici in campagna e dalle misure ricavate dagli strumenti di spostamento.

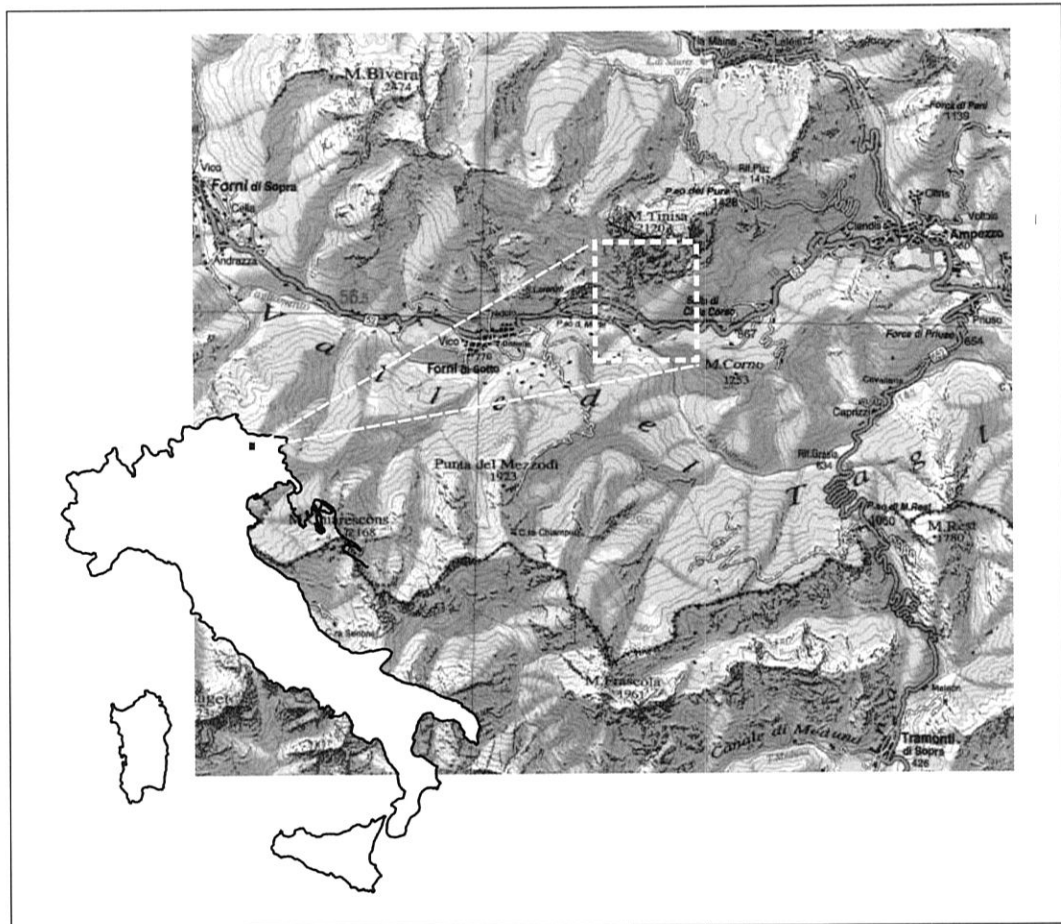



FIGURA 1) *Ubicazione dell'area*

Inquadramento geologico

La zona di studio rientra in un settore delle Alpi e Prealpi Carniche caratterizzato da scaglie tettoniche ad andamento generale E–W, vergenti a sud, frutto della deformazione subita in età neogenica. La struttura tettonica principale è la linea di Sauris, un sovrascorrimento ad angolo molto basso che porta i termini carbonatici dal Ladinico superiore al Carnico, cioè dalla Dolomia dello Schlern ai calcari scuri stratificati, a sovrascorrere su quelli del Carnico superiore (argille siltose varicolori e gessi).

Dal punto di vista litologico l'area è caratterizzata da un basamento costituito da una serie carbonatica - clastica triassica, soggiacente una copertura quaternaria rappresentata da alluvioni, conglomerati, morene e depositi di versante. La successione può essere così schema-

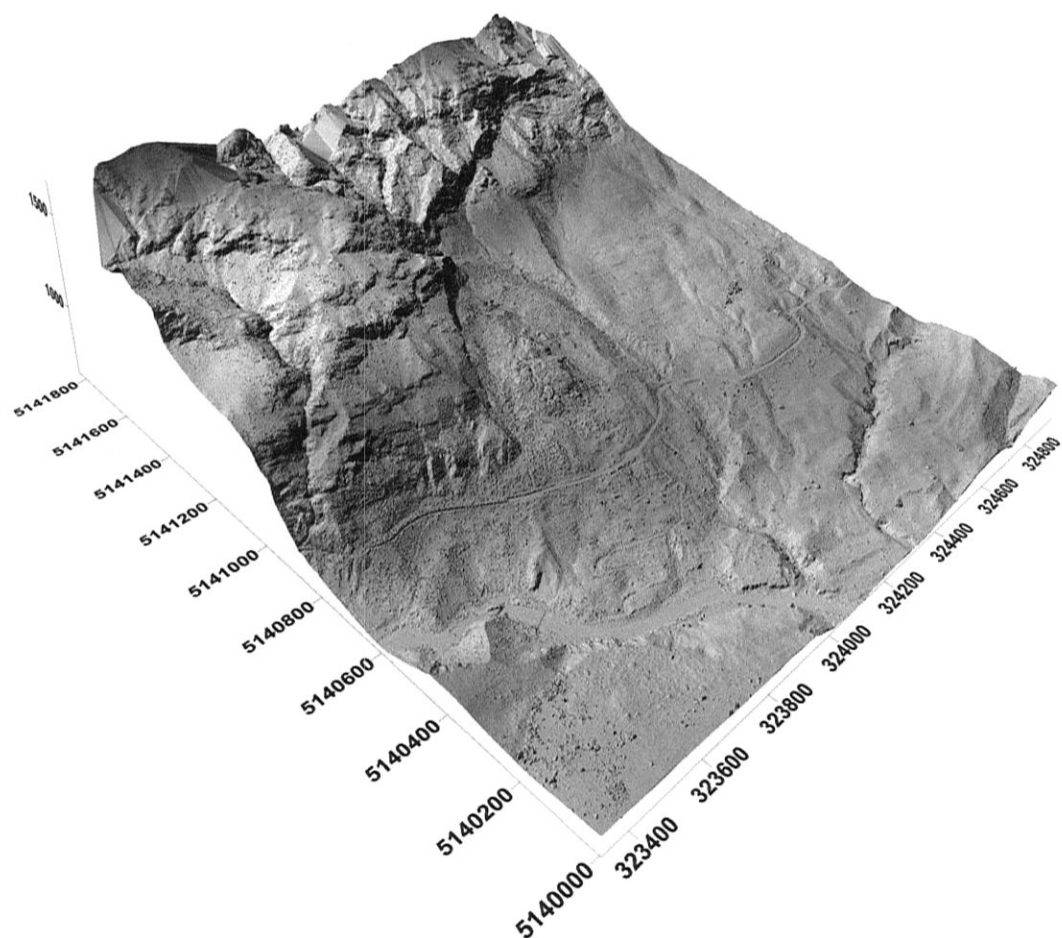



FIGURA 2) *Modello digitale del terreno realizzato con griglia a passo di 0,5 m*

tizzata in base ai termini affioranti in zona, dal più antico al più recente:

- *Dolomia dello Schlern (Ladinico sup.)*: calcari o calcari dolomitici di color grigio chiaro, massicci o in grossi banchi
- *Calcari scuri stratificati (Carnico)*: caratterizzata da calcari micritici, e subordinate calcareniti, in strati di spessore variabile da 10 cm al metro, alternati a livelli marnosi scuri che possono raggiungere i 25 cm di spessore
- *Calcari e dolomie stratificati (Carnico)*: un'alternanza di calcari, calcareniti e dolomie con sottili intercalazioni marnose grigie
- *Dolomie cristalline massicce (Carnico)*: doloareniti compatte di colore grigio chiaro
- *Argille siltose varicolori (Carnico)*: prevalentemente argille siltose e siltiti dal

color rossastro a cui si intercalano strati arenacei con spessore variabile fino al metro, dolomie marnose grigio biancastre in strati di 5-10 cm

- *Gessi (Carnico sup.)*: caratterizzati dalla presenza di impurità argillose sparse uniformemente nella roccia o in veli centimetrici scuri
- *Dolomie cariate (Carnico sup.)*: dolomie marnose grigie, dolomie chiare spesso vacuolari in strati più spessi, e marne dolomitiche. Sono frequenti brecce di collasso formate da clasti spigolosi centimetrici di dolomie grigio-giallastre analoghe a quelle che costituiscono gli strati sopra e sottostanti, immersi in una matrice marnosa chiara.
- *Dolomia di Forni (Norico)*: dolomie, dolomie marnose scure, decimetriche, selcifere, talvolta laminate, alternate a livelli marnosi ricchi di sostanza organica
- *Depositi* quaternari: accumuli caotici di frane tardoglaciali talvolta cementate (marocche), conglomerati poligenici, alluvioni distribuite lungo l'asse vallivo, coperture detritiche ai piedi dei versanti talora frammiste a sfasciume morenico.

I dati litostratigrafici del presente articolo provengono dalla recente relazione rientrante nella convenzione tra la Direzione della Protezione Civile del Friuli Venezia Giulia e l'I.R.P.I.-C.N.R. per lo studio della frana del Passo della Morte.

Acquisizione

I dati laser scan sono stati acquisiti per conto della Direzione Regionale della Protezione Civile del Friuli Venezia Giulia dalla ditta Helica (s.r.l.) la quale ha equipaggiato un elicottero AS350 con un sistema di scansione laser. Il sistema LIDAR (laser detection and ranging) è un Optech ALTM 3033 dell'ultima generazione che permette di acquisire dati puntuali sino ad una quota massima di 3000 metri AGL (above ground level), presenta le seguenti caratteristiche tecniche:

Altitudine di rilievo:	180 – 3000 m
Accuratezza nell'elevazione:	15 cm a 1200 m; 35 cm a 3000 m (1 sigma)
Minima risoluzione:	1 cm
Accuratezza relativa:	2-4 cm @2kHz, 5-10 cm @10kHz
Semiangolo di apertura:	fino a 20°
Acquisizione del dato:	Misura simultanea del primo, dell'ultimo impulso e dell'intensità
Larghezza della strisciata:	fino a 0.72 x altitudine
Frequenza di scansione:	0-100 Hz , dipendente dall'angolo di scansione (es. 28 Hz a ±20°)
Lunghezza d'onda del laser:	1047 nm
Frequenza del laser	33kHz
Divergenza del raggio	0.20 mrad (1/e) o 0 .10 mrad (1/e)
Classe del laser	Classe IV (FDA CFR 21)
Ricevitore GPS a bordo	Novatel

La determinazione delle coordinate spaziali dipende dalla precisione dei 3 sensori che costituiscono il sistema laser scanner da piattaforma aerea: il telemetro laser, il sistema inerziale (INS) e il GPS. Il beccheggio, il rollio e lo scarroccio dell'elicottero vengono misurati dal sistema inerziale con frequenza di campionamento di 200 Hz. La piattaforma inerziale, costituita da giroscopi tipo LRG (laser ring gyroscope) ed integrata dal GPS di bordo, consente la determinazione del vettore di stato e del vettore di orientamento. La ricezione del segnale GPS è un fattore di estrema importanza per la corretta acquisizione di dati laserscan, se infatti durante il volo si ha una perdita del segnale GPS non è possibile seguire la pianificazione del volo (mediante software di navigazione).

Il rilievo è stato eseguito con una densità minima di 4 punti per mq sull'intera superficie topografica che si estende per circa 1,6 x 2 km, solo in alcune limitate aree del settore nord occidentale non è presente la copertura del rilievo.

Elaborazione dei dati

Le strisciate laser costituite totalmente da 9.300.000 punti sono state elaborate ed unite mediante software Terrascan della Terrasolid, il rilievo è stato restituito in coordinate UTM33 - WGS84.

Anche se l'applicazione di filtri renderebbe più immediato e leggibile il modello digitale del terreno e le carte da esso derivate, non si è voluto utilizzare alcun algoritmo di rimozione automatica degli oggetti o di smoothing al fine di evidenziare anche i piccoli dettagli morfologici che altrimenti verrebbero mascherati, o comunque lisciati, dalle operazioni di filtraggio.

Per la visualizzazione e la perimetrazione delle morfologie è stato utilizzato il software *Surfer* 8, programma di contouring, modellazione e trattamento di superfici 3D.

Il modello digitale del terreno è stato realizzato con definizione di 0,5 m di lato per ciascuna cella (fig. 2), costruito col metodo della triangolazione con interpolazione lineare. L'algoritmo collega i punti del rilievo con segmenti non intersecanti creando delle superfici triangolari, in questo modo dati originali rilevati dalla scansione laser vengono mantenuti come vertici dei triangoli.

Analisi geomorfologiche

L'analisi geomorfologica e geometrica nello studio dei dissesti geostatici è un elemento essenziale per la rappresentazione spazio-temporale dei movimenti e delle deformazioni nelle zone instabili. Inoltre essa contribuisce in maniera determinante all'elaborazione dei modelli geologici, idrogeologici e geomeccanici del sito.

A tal fine è stata realizzata una carta geomorfologica sulla base dei rilievi laser considerando principalmente tre aspetti che risultano ben evidenti dalle acquisizioni laser: idrografia, lineamenti strutturali, elementi morfologici perimetrati tra-

mite la realizzazione di 3 "carte digitali" congriglia regolare a passo 0,5 m, ovvero:

- carta a sfumo (*shadow relief*): permette una rapida definizione delle caratteristiche morfologiche a media scala. Il sistema calcola la quantità di illuminazione, espressa con valori da 0 a 255, ricevuta da ciascuna cella rispetto ad una fonte luminosa posta a distanza infinita ed avente un determinato Azimut ed una determinata altezza sul piano dell'orizzonte, tenendo conto delle ombre (fig. 3).
- carta delle pendenze (*terrain slope*): si sono messe in risalto tutte quelle lineazioni perpendicolari alla direzione del movimento franoso, dovute principalmente a rigonfiamenti della zona di accumulo e alla formazione di scarpate all'interno del corpo di frana prodotte. Vengono inoltre individuati accuratamente i tratti su verticali e i netti cambi di pendenza creati da un'accelerata erosione fluviale e dagli orli di scarpata di frana (figg. 5 e 6).
- carta dell'esposizione dei versanti (*aspect*): permette una classificazione della direzione dei pendii ottenendo un valore angolare rispetto al nord, misurata in gradi e con convenzione di 0 gradi per il nord.

Il rilievo laser scan restituisce 4 valori per ogni punto rilevato, le tre coordinate spaziali (x,y,z) ma anche l'intensità del raggio laser ricevuto , che esprime il valore di riflettività dell'elemento "colpito".

Dall'intensità del raggio laser, sia del primo che dell'ultimo impulso, non si sono evidenziate soddisfacenti informazioni se non quelle relative al reticolo idrografico il quale si discosta leggermente quello della carta tecnica regionale, nonché il limite del detrito di versante.

Idrografia

Il reticolo idrografico è visibile dal rilevamento aereo solamente per le morfologie ad esso connesso (figg. 5 e 6).

Sono riconoscibili le accentuate incisioni del rio Riascie e del rio Verde su i depositi quaternari nei tratti terminali dove sono presenti limitati scoscendimenti del terreno.

Il tratto del rio Scluses presente nel rilievo è influenzato dalle lineazioni tettoniche e/o stratigrafiche: le incisioni nella dolomia passano da una direzione NW-SE, subparallela alla stratificazione, ad una N-S fino a diventare NE-SW subparallela alla nicchia di distacco / faglia trascorrente. Tale impostazione strutturale è leggibile anche delle incisioni sui calcari dolomitici del rio Verde il quale prende un andamento a zigzag lungo le direttrici NW-SE e NE-SW.

Il letto del fiume Tagliamento, presente nella carta solamente per un breve tratto, con una pendenza media del 2%, ha un andamento vagamente sinuoso imposto dagli accumuli di frana. Le superfici subpianeggianti identificate in sinistra idrografica potrebbero rappresentare vecchie superfici di origine fluviale da collegarsi all'evento franoso tardoglaciale che sbarrò il corso del fiume stesso (MARTINIS 1985). Testimonianza di tale

evento sarebbero i depositi lacustri rinvenuti nella parte superiore del corso. Vengono inoltre evidenziati almeno 4 ordini di terrazzi fluviali, posti in media alle quote di 710, 660, 630, 605 m s.l.m.

Lineamenti strutturali

L'elaborazione del rilievo laserscan permette di evidenziare una serie di lineazioni, le quali, in accordo con i dati bibliografici (PISA 1972, VENTURINI 1990) di recenti studi condotti dall'IRPI di Padova per conto della Direzione Regionale della Protezione Civile, corrispondono a precise famiglie di discontinuità.

Il quadro strutturale risulta piuttosto complesso per la presenza di numerosi disturbi tettonici, alcuni di importanza regionale ed altri minori, comunque influenzati soprattutto dalle precedenti strutturazioni sviluppatesi essenzialmente nella fase estensionale triassica.

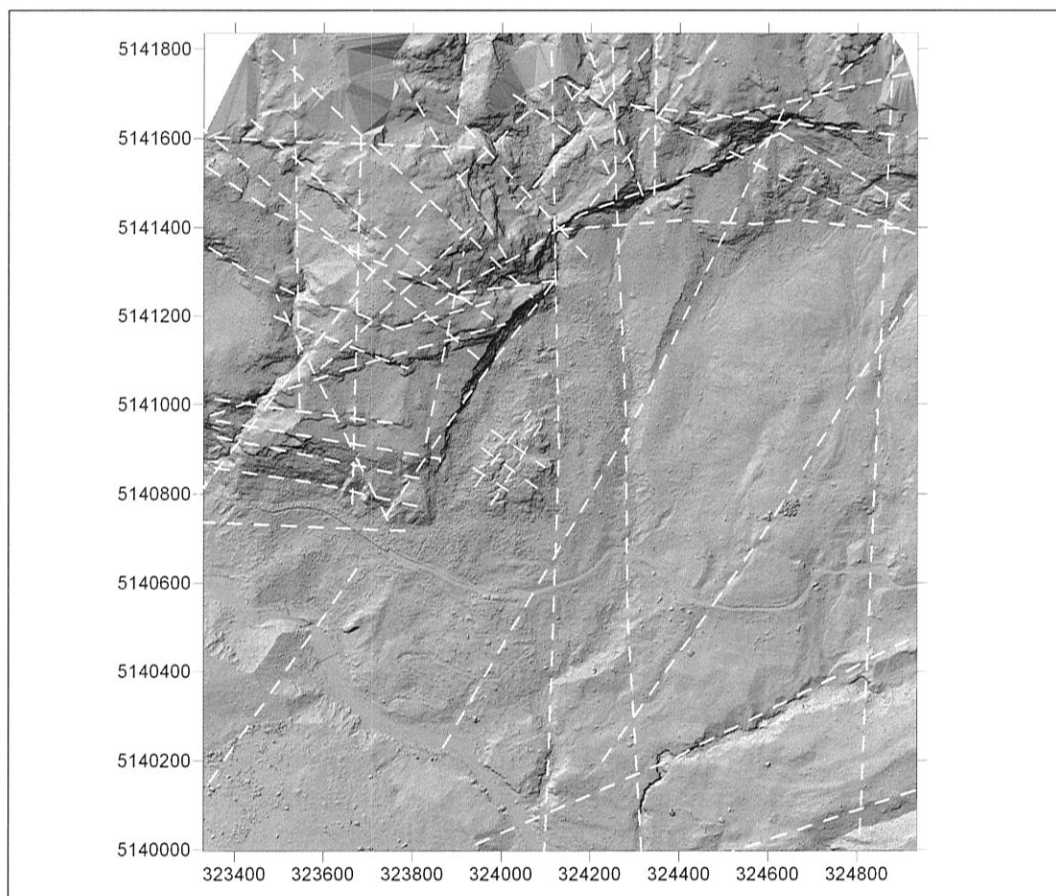



FIGURA 3) *Lineamenti strutturali sulla carta a sfumo*

Il lineamento principale è il ramo più meridionale di un fascio di strutture che nell'insieme prendono il nome di Linee di Sauris. Nella carta è identificabile nel brusco cambio di pendenza delle pareti dolomitiche del Monte Tinisa con i detriti di versante ed i limitati affioramenti delle argille siltose varicolori del Carnico. Il sovrascorrimento ad orientamento E-W è dislocato da una faglia trascorrente NE-SW la quale imposta la nicchia di distacco di recente scivolamento nella dolomia dello Schlern.

L'intero versante meridionale del Monte Tinisa è caratterizzato da evidenti lineazioni E-W imputabili sia a faglie inverse ad alto angolo che alle testate di strato delle formazioni calcareo dolomitiche affioranti.

Altri lineamenti rilevabili sono quelli a direzione N-S e NW-SE facenti parte con buona probabilità ad un sistema di discontinuità coniugato ai thrusts di importanza regionale ad orientamento E-W. Tutte queste discontinuità strutturano le pareti meridionali del Monte Tinisa, il rio Scluses e il rio Verde nel tratto in roccia carbonatica.

Elementi morfologici

Le geometrie del territorio esaltate dalla visualizzazione dei dati in modalità *shaded relief* e *terrain slope* consentono di individuare le forme morfologiche e di interpretare dei rapporti spazio-temporali tra tali forme.

Sono stati riconosciuti quattro settori con caratteristiche morfologiche a grande scala omogenee (fig. 4):

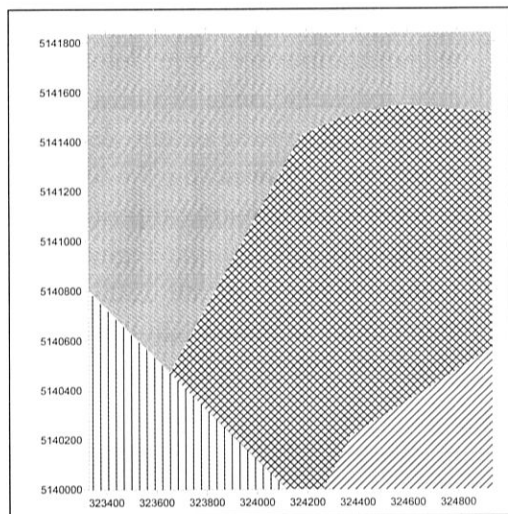



FIGURA 4 *Suddivisione dell'area in 4 settori con macromorfologie omogenee*

1) il settore posto a NW è costituito dalle pendici meridionali del monte Tinisa caratterizzate a ovest da Dolomia dello Schlern, ad est da calcari dolomitici del M. Tiarfin, complessivamente caratterizzati da una acclività superiore ai 35°. Le balze rocciose sono impostate sui principali sistemi di discontinuità sia strutturali che stratigrafici (fig.3 e 5)
2) il settore posto in destra idrografica del fiume Tagliamento è caratterizzato da una grande accumulo di frana tardo glaciale (marocca) con accumuli caotici di blocchi di varie dimensioni appartenenti alle unità carbonatiche ladinico-carniche (MARTINIS 1985), l'acclività è generalmente inferiore ai 10°.
3) il limitato settore posto a SE del rilievo, confinato dal rio Riascie, dove sono evidenti dei lineamenti WSW-

ENE, il più meridionale dei quali mette in contatto tettonico le Dolomie cariate con la Dolomia di Forni. Qui è possibile delimitare almeno due ordini di terrazzi fluviali (fig. 5 e 6).

4) la zona in deformazione posta in sinistra idrografica fiume Tagliamento compresa tra le quote 1200 e 600 metri s.l.m. delimitata da scarpate di oltre 45° che si prolungano fino a sella Cima Corso per 1 km oltre il limite orientale del rilievo. Tutta quest'area interessata da litologie incompetenti viene interpretata come paleofrana. La parte interessata dal rilievo può essere suddivisa in ulteriori 2 settori minori: la parte occidentale con pendenze fra i 20° e 40° è costituita dal grosso scivolamento in dolomia dello Schlern e da un de-

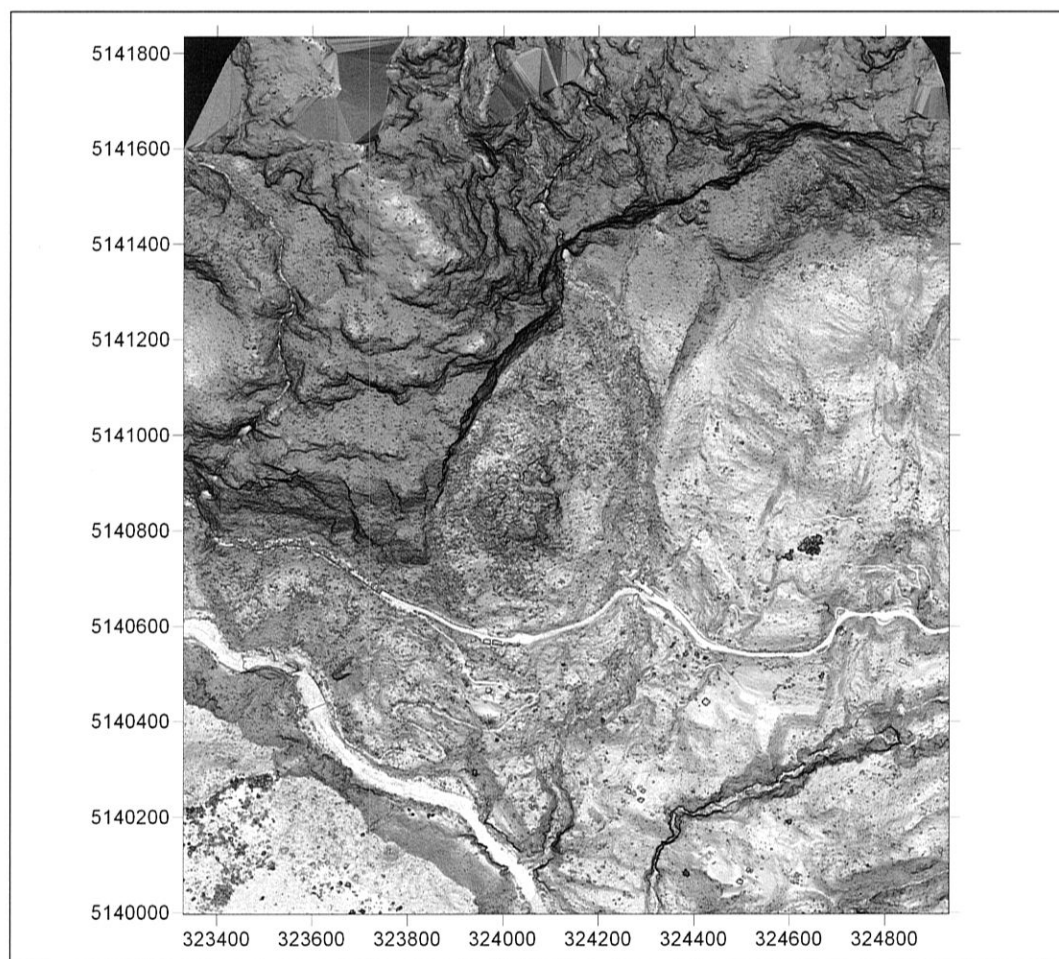



FIGURA 5) *Carta delle pendenze con gradiente sfumato dal bianco (orizzontale) al nero (verticale)*

posito detritico grossolano, la parte orientale è invece caratterizzata da pendii con acclività compresa tra i 10° e 20° con limitati affioramenti di argille siltose varicolori e gessi, coperti da detrito di versante talvolta cementato e da conglomerati nella parte meridionale.

Ed è proprio in quest'ultimo settore che si possono individuare geometrie ed evidenze morfologiche tali da poter ipotizzare diversi stadi evolutivi del com-

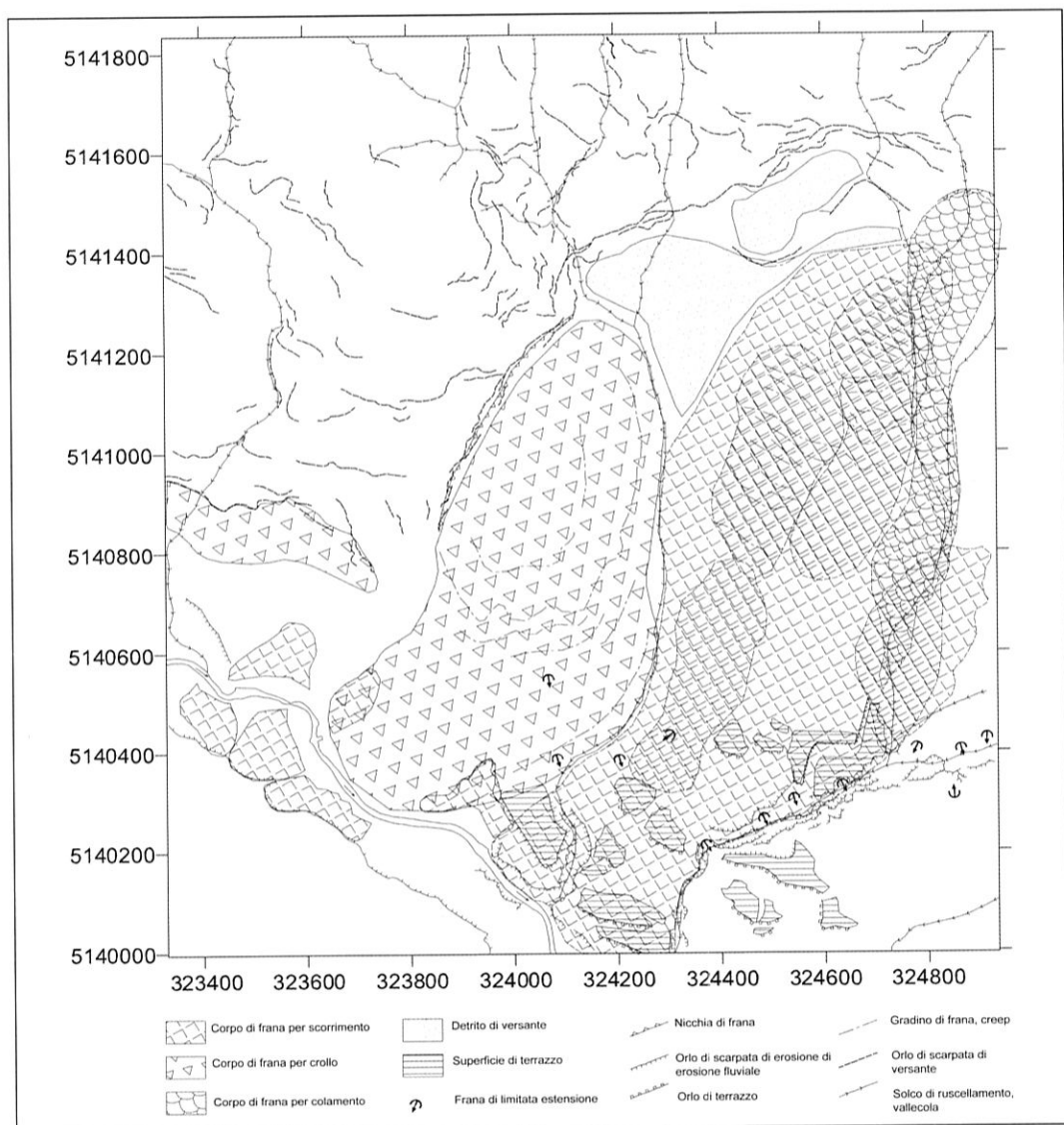



FIGURA 6) *Interpolazione geomorfologica*

plesso fenomeno (fig. 5).

Il corpo di frana che interessa l'imbocco della galleria è ben riconoscibile al centro della carta. La superficie è delimitata da un netto cambio di pendenza che delimita un'area di quasi 400.000 m^2, ad occidente poggia con una contropendenza sulla parete subverticale orientata NNE-SSW, alta un centinaio metri, la quale potrebbe essere una faglia trascorrente sinistra-nicchia di distacco del scivolamento i cui blocchi in Dolomia dello Schlern sono riconoscibili al centro del perimetro per un estensione di circa 50.000 m^2 . Nella massa rocciosa del scivolamento sono riconoscibili due famiglie di discontinuità (fig.3): una si presenta subparallela alla nicchia di distacco, l'altra, facente parte di un sistema coniugato, ha direzione NW-SE.

Il settore orientale è interessato da una coltre detritica parzialmente cementata riconducibile ad episodi gravitativi più antichi, deducibili sia per la sovrapposizione del movimento descritto precedentemente, sia per la cementazione del detrito nonché per la presenza di antichi terrazzi fluviali impostati nella zona di accumulo. Numerose lineazioni a direzione NW-SE sono cartografabili nella zona di distacco. Tali elementi trasversali alla direzione dell'antico movimento gravitativo potrebbero essere riconducibili a fessure trasversali e/o a scarpate secondarie nella zona di distacco, manifestatisi a più riprese in passato. La zona di accumulo è in parte mascherata da una serie di terrazzi compresi fra i 630 e 700 m s.l.m. prodotti dal fiume Tagliamento dopo l'ultima glaciazione, ed è proprio in quest'area che si sono trovati notevoli affioramenti di conglomerato poligenico. L'antico accumulo è inciso dalle acque del rio Verde, rio Riascie e del rio Bianco, evidenziando con netti orli di scarpata i tratti finali dei primi due, dove sono riconoscibili anche le forme concave di limitati fenomeni di scoscendimento.

Dalle forme erosive all'interno di questo esteso corpo di frana si potrebbe dedurre la presenza di antichi debris flows di cui si possono riconoscere soltanto alcune tracce delle aree di alimentazione e dei canali di flusso nella parte più orientale dell'area di rilievo, attualmente inattivi sono stati ripresi come letto del rio Bianco totalmente mascherati dalla vegetazione .

Conclusioni

Il rilievo LIDAR ha consentito l'acquisizione di un DTM e di un DSM di alta qualità su un territorio articolato di circa 3 Km^2, con un grado di dettaglio e di informazioni sull'andamento del terreno non ottenibili con altre tecniche. Questo risultato oltre a rendere molto più precisi i prossimi studi di carattere geologico e idrogeologico dell'area, fornisce un nuovo spunto interpretativo per l'evoluzione geologica – ambientale di questo complesso settore della catena carnica.

I principali vantaggi riscontrati da tale metodologia di rilievo per l'analisi geomorfologica sono dunque:

- indipendenza delle condizioni di luce: l'indipendenza dalle zone d'ombra è un fattore molto importante specialmente in zone montane,
- possibilità di registrare l'ultimo impul-

so: permette di creare un modello digitale del terreno privo (o quasi) della copertura vegetale, essenziale per l'identificazione delle micro e mesomorfologie molto spesso mascherate dalla vegetazione.

- rapidità: qualche ora per la scansione di un territorio piuttosto vasto.
- creazione precisa delle carte delle pendenze (e non interpolata come per le curve di livello)
- capacità di rilievo di particolari che difficilmente potrebbero essere osservati direttamente sul terreno
- evidenze di relazioni spaziali non percettibili in campagna.

Naturalmente un rilievo geomorfologico da rilievo laser scan deve essere necessariamente affiancato da un controllo diretto sul terreno, in modo da integrare l'efficacia del lavoro di campagna con l'efficienza di uno studio dei modelli digitali o delle carte create dalle nuvole di punti del rilievo laser scan.

Tra le implementazioni future per la caratterizzare il movimento del fenomeno franoso si stanno studiando metodologie che permettano la miglior e più precisa sovrapposizione di DTM rilevati in tempi diversi. Gli eventuali spostamenti rilevati dalle successive scansioni saranno validati sia dalle misurazioni inclinometriche che da quelle topografiche per il monitoraggio del fenomeno in atto.

Bibliografia

CARULLI G.B., FRASCARI F. & SEMENZA E. (1982) - *Geologia delle Alpi Tolmezzine (Carnia).* In: Castellarin A. & Vai G.B. (a cura di) - Guida alla geologia del Sudalpino centro-orientale. Guide geol. reg. S.G.I., 337-348, Bologna.

COREN F., PLOS D., STERZAI P., VIDMAR R. (2002) - *Valutazione del sistema LIDAR per generazione di modelli digitali del terreno e monitoraggio ambientale in diversi scenari operativi.* Atti della 6a Conferenza Nazionale Asita Geomatica per l'ambiente, il territorio e il patrimonio culturale, Perugia

MARTINIS B., (1985) - *Il lago quaternario di Forni di Sotto.* In Alto, 67, 71-83.

MASO M. (2002) – *Note sulle metodologie operative per rilievi di laser-scanning e la generazione di DTM di alta qualità.* Cinquefiumi riv. quadr. , 23-33, Venezia.

PISA G. (1972) - *Geologia dei monti a N di Forni di Sotto, Carnia occidentale.* Giorn. Geol. ser. 2, **38** (2), 543-691.

VENTURINI C. (1990) - *Cinematica neogenico-quaternaria del Sudalpino orientale (settore friulano).* Studi Geologici Camerti, vol. spec. ,109-116.

I.R.P.I.-C.N.R. Padova - *Relazione interna (marzo 2003) Convenzione tra la Direzione Regionale della Protezione Civile - Regione Friuli Venezia Giulia e l'I.R.P.I.-C.N.R. per lo studio della frana del Passo della Morte in Comune di Forni di Sotto (Ud) Manuale di Surfer 8.0*

LA CARTOGRAFIA ANTICA ED ATTUALE NEGLI STUDI DI GLACIOLOGIA E DI GEOLOGIA GLACIALE

Carton A.(*), **Baroni C.**(**) & **Seppi R.**(***)

(*) Dipartimento di Scienze della Terra - Università di Pavia
(**) Dipartimento di Scienze della Terra - Università di Pisa
(***) Dipartimento di Scienze della Terra - Università di Pavia & Museo Tridentino di Scienze Naturali, Trento

1. Premessa

Una rappresentazione cartografica, qualunque essa sia, descrive graficamente l'andamento della superficie topografica di un territorio e registra a seconda della scala, dei tecnicismi a disposizione e della sensibilità del cartografo, vari elementi del paesaggio nella posizione e con le dimensioni che assumevano al momento della levata.

Nell'ambito della Geografia Fisica, la cartografia riveste un ruolo di primaria importanza nello studio del paesaggio geografico perché, oltre a fornire una lettura del rilievo in chiave morfologica, consente mediante il confronto di elaborati cartografici di diversa data, di seguire e valutare sia qualitativamente che quantitativamente l'evoluzione di alcune forme del paesaggio sottoposte a rapidi cambiamenti. La componente idrologica di un territorio (laghi, fiumi, ghiacciai) è particolarmente sensibile ai mutamenti ambientali e di conseguenza viene spesso "registrata" sulle varie cartografie con limiti mutati rispetto alle precedenti edizioni. In particolare, i ghiacciai rappresentano un fenomeno che cambia con modalità molto più accelerate rispetto agli altri "fenomeni geologici" per cui variazioni areali e volumetriche, che si apprezzano anche in tempi umanamente commensurabili, vengono ben recepite dalla cartografia.

Nell'ambito delle ricerche di Glaciologia e di Geologia glaciale, oltre alla rappresentazione di alcune forme del paesaggio glaciale, la cartografia si rivela di estrema utilità quando fornisce quei parametri numerici sui quali si basano gran parte delle ricostruzioni della paleogeografia glaciale: aree, quote e date[1].

Nel caso della Glaciologia, la cartografia contribuisce alla ricostruzione del-

[1] Ci si riferisce alle superfici dei ghiacciai, alle quote raggiunte dalle fronti glaciali ed alle date di levata delle varie carte topografiche.

la forma, delle dimensione ed al calcolo di alcuni parametri fisici del ghiacciaio, mentre nel caso della Geologia glaciale concorre, con applicazioni più o meno dirette, alla datazione di alcuni depositi di contatto glaciale.

2. La cartografia utilizzabile

Non tutta la cartografia esistente può essere positivamente impiegata per questo tipo di studi. Il toponimo di un ghiacciaio od il suo stesso simbolo collocato ad esempio in una rappresentazione del rilievo a "coni di talpa" o a "bruco" rintracciabile in una cartografia basso medioevale o cinque-seicentesca, non è utilizzabile per la ricerca glaciologica, in quanto privo di qualsiasi riferimento geometrico. Questo problema è rilevabile in tutta la cartografia fin oltre la prima metà del Settecento (LAURETI, 2003), poiché la rappresentazione del rilievo e, di conseguenza, dei particolari ad esso connessi veniva effettuata con criteri molto approssimativi che solo in seguito, con il perfezionamento della triangolazione, il calcolo delle quote e l'impiego, sia pur parziale, delle curve di livello, ha portato ad una rappresentazione delle montagne più verosimile e soprattutto più "numerica". Va inoltre precisato che la rappresentazione dei ghiacciai sulla cartografia antica ha raggiunto un grado di attendibilità nei confronti di altre forme del paesaggio, ad esempio planiziali[2], in tempi molto più lunghi, in virtù dell'oggettiva difficoltà di visitare zone impervie, prive o quasi di viabilità od assai scarsamente frequentate. Non è infrequente trovare rappresentazioni di aree glacializzate effettuate solo su descrizioni o ricordi di frequentatori della montagna, come pastori, cacciatori od alpinisti, prive di qualsiasi ancoraggio con oggettivi elementi del paesaggio e quindi inattendibili (SUDA, 1879, Tafel 26).

Ad esempio, nell'Atlas Tyrolensis di Peter Anich del 1774 (fig. 1), il Ghiacciaio della Marmolada viene rappresentato unito alla Vedretta Vernale mediante una fascia glacializzata che occupa l'intera testata della Val Contrin passan-

Fig. 1) *Il Ghiacciaio della Marmolada rappresentato nell' "Atlas Tyrolensis" (ANICH, 1774).*

[2] La rappresentazione di morfologie fluviali come ad esempio i meandri, a parità di levata, è assai più attendibile e precisa.

[3] Viale del Pane o "Viel del Pan", antichissimo sentiero sulle pendici del Padon, di fronte al versante Nord della Marmolada che per secoli unì come unica via di comunicazione la valle del Cordevole con la valle di Fassa.

do per l'attuale passo Ombretta (ANICH, 1774) Il collegamento tra i due ghiacciai risulta estremamente improbabile per la particolare orografia, ma la loro unione potrebbe essere stata suggerita da una visione prospettica che si aveva osservando la Marmolada dal Viel del Pan[3] posto più a Nord della stessa e/o da qualche scorcio visibile dalla testata della Val Contrin o della Val Ciampac, due pascoli d'alta quota già allora accessibili e noti nella toponomastica (Campo della Sellua e Campatsch, in figura 1). Nella stessa rappresentazione appaiono cartografati, anche se non citati con il loro toponimo, due caratteristici spuntoni rocciosi (Sasso delle Dodici e Sasso delle Undici) che sono stati e che tutt'ora vengono utilizzati per valutare la posizione delle fronti del ghiacciaio. Nell'Atlas Tyrolensis, la loro rappresentazione non del tutto corretta non permette però di utilizzarli a tale scopo.

Decisamente più utile è invece l'informazione glaciologica che si può trarre dalla carta del RITTER (1874) alla scala 1:100.000, realizzata esattamente cent'anni dopo (fig. 2). In essa non appaiono le curve di livello, ma una accurata grafica ripropone fedelmente e correttamente l'orografia ed in particolare sottolinea in modo chiaro i rapporti tra le tre fronti del Ghiacciaio della Marmolada ed i due già citati costoni rocciosi. Un documento di questo tipo è quindi utilizzabile per la ricostruzione delle variazioni spazio-temporali della fronte glaciale.

Fig. 2) *Il Ghiacciaio della Marmolada rappresentato nella "Karte der Dolomit Alpen" (RITTER, 1874).*

Con l'andar del tempo, la cartografia del XIX secolo recepisce via via in modo sempre più efficace l'impiego delle curve di livello e/o del tratteggio a luce zenitale[4], aspetti che conferiscono alla rappresentazione una grande plasticità e che introducono in modo qualitativo e quantitativo la terza dimensione. In queste rappresentazioni il dato glaciologico si arricchisce progressivamente del valore numerico e di conseguenza la carta topografica di questo periodo, prodotta dai principali organismi cartografici nazionali francesi, piemontesi, svizzeri, austriaci e successivamente italiani, nonché dei vari Club Alpini (Alpenvereinskartographie), viene ampiamente utilizzata per gli studi di Glaciologia e di Geologia glaciale. Risulta impossibile in questa sede passare in rassegna i pregi ed i difetti della vasta produzione cartografica testè citata e la tipologia di informazioni glaciologiche da esse desumibili. A solo ti-

[4] L'adozione delle curve di livello è dovuta al francese Dupain Triel nel 1791, mentre le norme sul tratteggio zenitale furono fissate nel 1799 dal Lehman (LAURETI, 2003).

tolo di esempio, per sottolineare la potenzialità dello strumento cartografico in questo tipo di studi, si citano in questa sede due serie di documenti di ampio uso: la prima edizione delle tavolette alla scala 1:25.000 dell'Istituto Geografico Militare e la collana di carte prodotte intorno ai primi anni del XX secolo dal Deutschen und Österreichischen Alpen Verein[5].

La prima serie delle tavolette al 25.000 della carta Topografica d'Italia prodotte dall'Istituto Geografico Militare ed alcune delle successive edizioni, risultano disegnate con una grafica che, oltre all'utilizzo delle curve di livello, fa largo uso di sovrassegni e simboli estremamente significativi nelle aree glaciali e circumglaciali. L'accuratezza e la sensibilità del "montagnista" o del "roccista"[6], che intervennero là dove le curve di livello non potevano essere rappresentate, ha tradotto in molti casi queste carte in dettagliati schizzi geomorfologici, anche se i ghiacciai non appaiono ancora adeguatamente disegnati per una loro analisi quantitativa. La rappresentazione della distribuzione in altitudine delle masse glaciali infatti non è effettuata con le curve di livello, ma con una serie di tratti che ne illustrano prevalentemente il flusso; inoltre, i margini delle lingue, non sono sempre chiaramente tracciati, ma si intuiscono in passaggi sfumati con il detrito. Quest'ultimo invece, rappresentato con variazioni di dimensione del simbolo ed allineamenti dello stesso, evidenzia spesso successioni di argini morenici laterali e frontali e campi di depositi glaciali sparsi. La visione di sintesi del paesaggio glaciale in queste carte è quindi completa e merita una accurata lettura, interpretando il significato che può avere ogni minimo tratto. Una mirabile rappresentazione

Fig. 3) *Stralcio della tavoletta "Monte Adamello" F°20 III NO, scala originale 1:25.000 (ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE, 1912), rilevata nel 1885. Originale in bianco e nero. Testata della Val Adamè. Per le spiegazioni si veda il testo*

[5] Si tratta della numerosa serie di carte curate dall'Aegerter riferite ai principali gruppi montuosi delle Alpi Centro orientali, alla scala 1:50.000 e 1:25.000, pubblicate a partire dai primi anni del 1900 ed inserite negli Zeitschrift des Deutschen und Österreichischer Alpenverein.

[6] Nel gergo tecnico veniva definito montagnista o roccista il disegnatore cartografo incaricato di rendere plastica la lettura del rilievo in quelle aree dove l'impiego delle curve di livello era scarso o nullo.

di una testata di valle glaciale è rappresentata in figura 3 nello stralcio della tavoletta "Monte Adamello" rilevata nel 1885 ed aggiornata nel 1912.

Le carte pubblicate dal Deutschen und Österreichischen Alpen Verein ai primi del 1900 (fig. 4), sono edite a colori e dal punto di vista glaciologico hanno il pregio di riportare con estrema precisione l'altimetria su tutti i ghiacciai (isoipse di colore azzurro con equidistanza di 50 m), anche se coperti da detrito sopraglaciale. In esse, inoltre, vengono rappresentati, con efficace grafica, l'andamento dei crepacci e, soprattutto, la morfologia delle fronti dei ghiacciai. La rappresentazione è talmente accurata che si riesce ad apprezzare se la lingua termina con un margine rigonfio (fase di progresso) o smagrito (regresso). Altri dati glaciologici di estremo interesse riportati da queste carte sono i valori delle quote delle fronti, spesso battuti appositamente e riportati a margine della lingua, e l'efficace disegno utilizzato per la rappresentazione degli argini morenici, ad integrazione dell'informazione fornita dalle curve di livello. (cfr. fig. 11).

Fig. 4) *Stralcio della "Karte der Adamello und Presanella Gruppe" (DEUTSCHEN UND ÖSTERREICHISCHEN ALPEN VEREIN, 1903). Originale a colori, scala originale 1:50.000, equidistanza delle curve di livello 50 metri. Sono rappresentati i ghiacciai che contornano il Gruppo della Presanella. Per le spiegazioni si veda il testo.*

Nel saggio di questa cartografia rappresentato in figura 4, va sottolineato:

- il dettaglio e la presenza continua delle curve di livello sul dorso dei ghiacciai;
- l'accuratezza della rappresentazione delle fronti, la maggior parte delle quali risultano rigonfie (1) per la densità con cui sono state disegnate le isoipse nella parte terminale della lingua o per la pronunciata concavità delle stesse verso valle;
- la quota calcolata di alcune fronti glaciali (2).

La quantità e la bontà delle informazioni di tipo glaciologico che si possono trarre da questa serie di carte dei primi del '900 deriva anche dalla presenza dell'Aegerter[7] tra i realizzatori delle stesse e

[7] Aegerter è persona nota nel campo della cartografia tra fine ottocento e prima metà del novecento. Le sue splendide carte delle Alpi orientali sono ancor oggi insuperate opere di precisione sia per quan-

dall'aver importato a livello cartografico tutta quella serie di conoscenze di terreno percepite da noti naturalisti e da profondi conoscitori del territorio[8]. Molti sono infine i riferimenti topografici e di toponomastica rinvenibili anche sulle carte di successiva realizzazione, per cui questa serie di documenti ben si presta per essere georeferenziata, impiegata per rappresentare l'andamento della superficie del ghiacciaio mediante curva ipsometrica e per essere confrontata con altre cartografie, per la valutazione delle variazioni areali e volumetriche dei ghiacciai anche mediante GIS. La cartografia alle scale 1:50.000 e 1:25.000 del Deutschen und Österreichischen Alpen Verein assume quindi oggi rilevanza storica perché costituisce una "dettagliata fotografia" delle masse glaciali "scattata" poco più di un secolo fa.

In altri casi, la carta topografica antica può illustrare zone di margine glaciale e proglaciale prima di massicci interventi antropici, che possono aver mascherato o distrutto evidenze glaciologiche. Ci si riferisce a quelle zone ove la costruzione di bacini di invaso ha sottratto alla vista ampie porzioni di fondovalle o quelle aree dove la pratica dello sci (piste od impianti di risalita) ha imposto ingenti sbancamenti. Nella figura 5 è rappresentato il settore sommitale della Valle dell'Avio prima della costruzione delle opere idroelettriche. L'area è attualmente occupata da tre laghi di origine artificiale sorretti da altrettante dighe. Il primo sfrutta la conca del già esistente Lago dell'Avio, il secondo è stato realizzato in corrispondenza del Pantano posto più a Nord della Malga Lavedole, alzando artificialmente la soglia e svuotando la conca naturale dai detriti. Il ter-

Fig. 5) *Stralcio della tavoletta "Temù" F°20 IV SO, scala originale 1:25.000 (ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE, 1925), rilevata nel 1885. I cerchi in grigio indicano le aree attualmente occupate dal Lago Benedetto e dal Lago Venerocolo.*

to riguarda le curve di livello estremamente precise, sia per la gradevolezza dei colori. Dal punto di vista geografico fisico sono una inesauribile fonte di informazioni, in quanto il rilievo è disegnato con la curiosità dell'alpinista e la passione e competenza del naturalista ed è supportato anche da disegni preparatori effettuati dal vero (DE BATTAGLIA & MARISALDI, 2000).

[8] A solo titolo di esempio si ricorda che nella realizzazione della "Karte der Adamello und Presanella Gruppe" al 50.000 (DEUTSCHEN UND ÖSTERREICHISCHER ALPENVEREIN, 1903) oltre alla presenza dell'Aegerter, hanno collaborato Schulz, rilevante figura di studioso ed alpinista, ed il geologo Salomon; di essi si conservano fondamentali opere scientifiche sul gruppo dell'Adamello (SCHULZ, 1894; SALOMON, 1908-10).

zo è stato realizzato in corrispondenza della zona in cui si trovava il Rifugio Garibaldi e la Madonnina dell'Adamello. Quest'ultimo invaso ha "affogato" alcuni argini morenici riconoscibili sulla carta (cfr anche fig. 10).

Esiste poi una serie di cartografie, che possiamo definire "occasionali", solitamente contenute in opere scientifiche. Alcune di esse, assimilabili ad accurati schizzi, utilizzano come base la cartografia ufficiale allora esistente e su di essa ridisegnano od appongono correzioni, enfatizzando spesso particolari anche di tipo glaciologico (SALOMON, 1900, Tafel IV). CASTIGLIONI (1930), ad esempio, allega un accurato schizzo glaciologico (fig. 6) ottenuto riportando fedelmente i tratti salienti della cartografia IGM al 25.000 allora esistente ed aggiungendo, con opportuna grafica, la successione degli argini morenici frontali ed i limiti delle fronti glaciali.

Fig. 6) *Schizzo degli apparati glaciali del Gruppo del Sorapis (CASTIGLIONI, 1930).*

Altre riproduzioni cartografiche (fig. 21) sono dei veri e propri capolavori, appositamente realizzate a corredo della monografia in cui sono contenute (PAYER, 1865-67). Purtroppo queste ultime, non facendo parte di una cartografia ufficiale, non sono state sempre rilevate con criteri geometrici precisi, per cui a fronte di valide informazioni qualitative, non sempre sono utilizzabili per ricavare dati quantitativi.

3. La rappresentazione degli argini morenici

La lettura in chiave geomorfologica delle carte topografiche permette di riconoscere attraverso l'andamento delle curve di livello e di altri graficismi, forme riconducibili ai vari processi geomorfologici. Non verranno qui prese in considerazione tutte le forme di erosione e di accumulo[9] del paesaggio glaciale che si possono individuare sulle carte topografiche; per un esempio della loro lettura si rimanda alle tavole XXXI e XXXII del sempre valido "Atlante dei tipi geografici" di Olinto Marinelli (MARINELLI, 1948). Si desidera analizzare invece come viene rappresentato "l'argine morenico" nelle varie cartografie e quali informazioni può fornire la sua precisa ubicazione se opportunamente interpretata. Negli studi di Glaciologia e di Geo-

[9] Normalmente sulle carte topografiche sono di facile individuazione le *Arêt,* i circhi glaciali, le soglie, le contropendenze e le conche di sovraescavazione, i laghi di circo, le spalle glaciali, i gradini di valle glaciale *(riegel)*, le rocce montonate, gli argini morenici, le valli sospese, le selle di transfluenza.

logia glaciale l'argine morenico assume un ruolo di primaria importanza; di regola, esso indica che il ghiacciaio ha sostato abbastanza a lungo in quella posizione o che è arrivato in quella posizione in seguito ad una avanzata seguita da una fase di ritiro. Considerando che le variazioni frontali di un ghiacciaio sono strettamente connesse con il bilancio di massa, che a sua volta è l'espressione di una determinata condizione climatica, individuare su una carta topografica un vallo morenico "in alimentazione" significa dare una attribuzione cronologica ad un evento climatico.

Nella cartografia antica non veniva dato risalto alla rappresentazione degli argini, sia per la scala utilizzata, spesso molto piccola, sia per il mancato utilizzo delle curve di livello. In alcuni casi davanti alle fronti venivano disegnati tratteggi che possono richiamare la forma di uno o più argini, ma un confronto con la reale situazione sul terreno evidenzia quasi sempre la casualità del simbolo che nella migliore delle ipotesi segnala l'esistenza di una successione di ondulazioni sul terreno. Nella rappresentazione dei ghiacciai del Sorapiss del 1833 ad esempio, la grafica lascia intuire, nel settore settentrionale, la presenza di alcuni dossi (1, 2, 3) che ad una sommaria lettura potrebbero essere interpretati come morene (fig. 7). Nella realtà il disegno a tratto è stato usato in ausilio alla rappresentazione dell'orografia in considerazione anche del fatto che alcuni valli (1, 2) sono disegnati di fronte a spuntoni rocciosi, in posizione improbabile per un argine morenico.

Con l'impiego delle isoipse, la rappresentazione dell'argine morenico prende vita spontaneamente, soprattutto per quelle forme ben pronunciate che si sviluppano su dislivelli sensibili. Ad esempio, le morene laterali della lingua del Ghiacciaio della Brenva (fig. 8) sono ben evidenziate dall'andamento cuspidato delle curve di li-

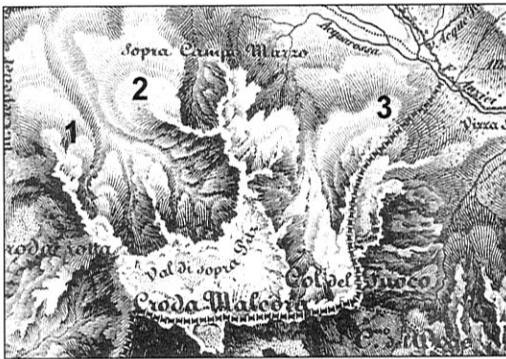



Fig. 7) *I ghiacciai del Sorapiss nella "Carta Topografica del Regno Lombardo-Veneto" del 1833. Scala originale 1:86.400 (STATO MAGGIORE GENERALE AUSTRIACO, 1833). Per la spiegazione si veda il testo.*

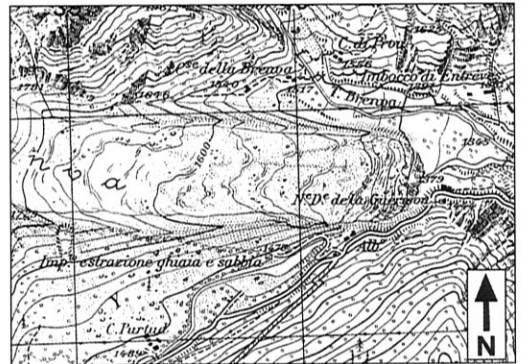



Fig. 8) *Stralcio della tavoletta "Monte Bianco" F°27 II NE, originale a colori, scala originale 1:25.000 (ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE, 1973a), aggiornata nel 1970. È rappresentata la lingua del Ghiacciaio della Brenva, marginata dalle morene di sponda.*

vello che individuano valli continui, ben sviluppati ed affilati. La lingua del ghiacciaio è addossata ai fianchi interni delle morene ed è in posizione più depressa rispetto alla cresta dell'argine.

Ove l'equidistanza della carta non permette di rappresentare la morena perché la sua altezza è inferiore all'intervallo minimo di quota rappresentato sulla carta o perché lo sviluppo dell'argine si realizza orizzontalmente, venne impiegato un particolare artificio grafico costituito da una serie di corti tratti giustapposti che evidenziano il vallo o la rottura di pendio intesa come contropendenza generata dall'argine. Nel Gruppo del Sassolungo (Dolomiti), la morena frontale del Ghiacciaio Grohman (fig. 9), oggi estinto, è rappresentata da un'efficace tratteggio (1) che evidenzia il versante esterno dell'argine. Di estremo interesse dal punto di vista glaciologico sono anche i tre punti quotati a ridosso della fronte, che sottolineano l'attendibilità della grafica. Informazioni di questo tipo sono utili perché si riferiscono a masse glaciali estinte, delle quali oggi si possono rilevare rare tracce sul terreno.

A partire dalla metà dell'ottocento, in alcune serie di carte la tecnica grafica raggiunge livelli di rappresentazione estremamente sofisticati e di grande efficacia tale da rendere di immediata comprensione la

Fig. 9) *Stralcio della "Karte der Langkofel und Sellagruppe" (DEUTSCHEN UND ÖSTERREICHISCHEN ALPEN VEREIN, 1904). Originale a colori, scala originale 1:25.000, equidistanza delle curve di livello 20 m. È rappresentato il Ghiacciaio di Grohmann, oggi completamente estinto. Per le spiegazioni dei numeri si veda il testo.*

Fig. 10) *Stralcio della tavoletta "Temù" F°20 IV SO, scala originale 1:25.000 (ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE, 1925), rilevata nel 1885. Gli argini morenici frontali della Vedretta dei Frati sono evidenziati con un puntinato che rende estremamente visibile lo sviluppo della grande morena (1) della lingua più occidentale. Degna di nota è anche la rappresentazione dell'argine di neoformazione (2) a contatto con il ghiacciaio, visualizzato da una successione allineata di grossi blocchi a contorno della fronte.*

terza dimensione. L'allineamento del simbolo di "grossi blocchi", un saggio impiego del "puntinato", (fig. 10) o l'uso del lumeggio associato al tratteggio (fig. 11), permettono in molte situazioni di individuare addirittura la cresta dell'argine e di valutare in che rapporti stia con il ghiaccio. Quest'ultima informazione è vitale per la datazione dei depositi, in quanto se il ghiaccio raggiunge la sommità della morena, essa può essere considerata in alimentazione almeno fino alla data della levata della carta (fig. 12). In alcuni casi inoltre, dove le isoipse vengono tracciate con colori diversificati[10], è addirittura possibile evincere la presenza di ghiaccio sotto al

Fig. 11) *Stralcio della "Karte der Adamello und Presanella Gruppe" (DEUTSCHEN UND ÖSTERREICHISCHEN ALPEN VEREIN, 1903). Originale a colori, scala originale 1:50.000, equidistanza delle curve di livello 50 metri. Sono rappresentati gli apparati morenici della Vedretta di Nardis. La grafica, particolarmente curata dal punto di vista prospettico, sottolinea la presenza degli argini più evidenti che normalmente sono riconducibili ai limiti raggiunti dai ghiacciai nella Piccola Età Glaciale. Altri argini (1) sono evidenziati dall'andamento cuspidato delle curve di livello. La rappresentazione indica lingue in ritiro in quanto arretrate e depresse rispetto alla massima culminazione delle cerchie moreniche.*

Fig. 12) *Stralcio della "Karte der Palagruppe" (DEUTSCHEN UND ÖSTERREICHISCHEN ALPEN VEREIN, 1931). Originale a colori, scala originale 1:25.000, equidistanza delle curve di livello 20 metri. Nello stralcio è rappresentato il Ghiacciaio di Fradusta nelle Pale di S. Martino. La fronte della Vedretta lambisce il margine superiore della morena frontale per cui è verosimilmente accettabile attribuire al vallo frontale un'età pari a quella della levata della carta.*

---

[10] Ci si riferisce alla già citata serie di carte edite dal Deutschen und Österreichischer Alpenverein nei primi anni del 1900 alla scala 1:25.000 e 1:50.000 nelle quali le isoipse sono tracciate in azzurro sui ghiacciai e sui detriti che ricoprono del ghiaccio, in nero sui detriti e roccia ed in color mattone su tutte le altre superfici.

detrito (*black glacier*) o ipotizzarne l'esistenza all'interno della morena (ghiaccio morto).

Nella figura 13, che rappresenta un ghiacciaio anonimo (oggi estinto) nel Gruppo di Sella (Dolomiti), l'uso diversificato del colore per la rappresentazione delle isoipse consente di indicare la presenza del ghiaccio anche sotto il detrito. Nella carta originale a colori il passaggio tra l'isoipsa azzurra su fondo bianco e l'isoipsa azzurra su detrito (qui rappresentate con il tratteggio) indica con buona approssimazione la quota del limite orografico delle nevi; la presenza della isoipsa azzurra fino sulla sommità dell'argine nei pressi del punto quotato 2689 permette di considerare l'argine in oggetto ancora in alimentazione e quindi di datarlo. Il piccolo argine frontale ubicato nel settore nord orientale, quotato 2653, non è invece da considerare sincrono ai precedenti, in quanto la placca di ghiaccio che lo dovrebbe alimentare si trova più arretrata come dimostrato dall'isoipsa di colore nero e non azzurro sulla coltre di detrito a monte dell'argine stesso.

In altre situazioni, in presenza di argini morenici di chiara espressione morfologica e di spessore pluridecametrico, l'andamento delle curve di livello denuncia situazioni di accrezione e di sovrap-

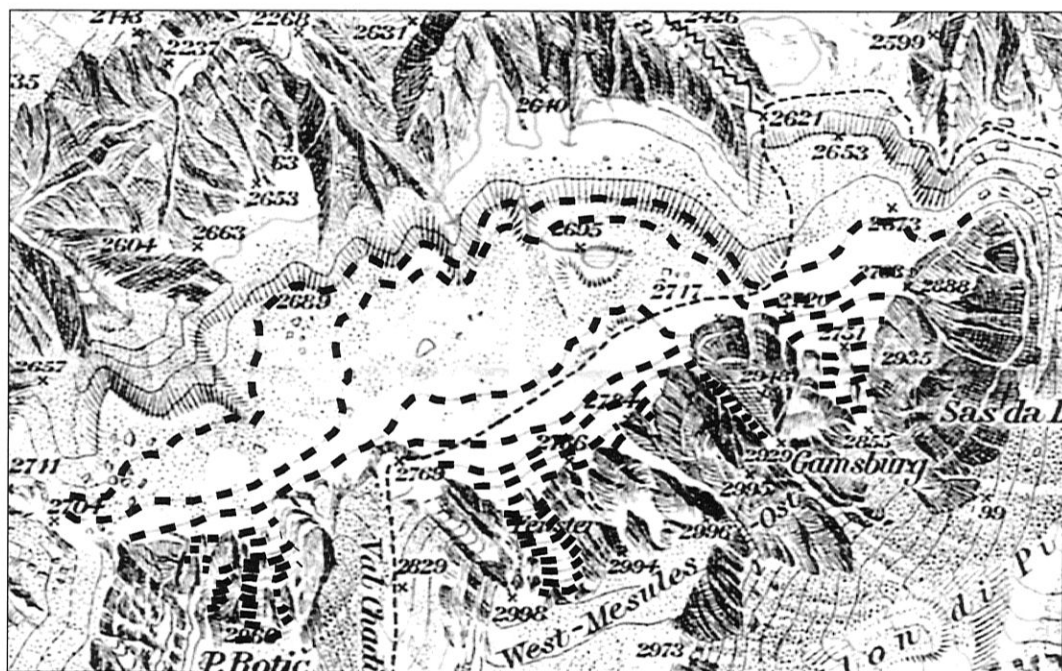



Fig. 13) *Stralcio della "Karte der Langkofel und Sellagruppe" (DEUTSCHEN UND ÖSTERREICHISCHEN ALPEN VEREIN, 1904). Originale a colori, scala originale 1:25.000, equidistanza delle curve di livello 20 m. Nello stralcio è rappresentato un ghiacciaio oggi completamente estinto. Nella carta originale le curve di livello sul ghiacciaio (qui rappresentate con il tratteggio) si differenziano dalle altre per il colore azzurro; nello stesso modo sono differenziate le isoipse sul ghiaccio coperto di detrito.*

posizione di argini morenici, ritenute chiave per le ricerche di Geologia glaciale. Sono questi infatti i punti in cui gli argini morenici si ricoprono reciprocamente preservando a luoghi orizzonti organici sepolti (comunemente suoli, lembi di essi o frammenti lignei) che una volta datati, pongono paletti cronologici alla successione degli eventi glaciali. Ad esempio le curve di livello che rappresentano la morena laterale destra del ghiacciaio del Miage (fig. 14), mostrano nella zona nord-orientale della tavoletta una doppia seghettatura (1) interpretabile nella realtà come uno sdoppiamento di cresta. Tale morfologia nel caso specifico è riconducibile a due argini morenici affiancati tra loro ed edificati per accrezione (fig. 14, in alto nel riquadro) o sovrapposizione (fig. 14, in basso nel riquadro). Un caso analogo si può interpretare dall'andamento degli argini glaciali della Vedretta di Nardis (fig. 15). Le curve di livello mettono in evidenza un lungo tratto di morena laterale sinistra (1) che ricopre a sua volta un vallo morenico più vecchio (2), sulla cresta del quale corre il sentiero. Anche in questo caso nel punto di sovrapposizione si possono preservare orizzonti organici sepolti.

4. L'impiego della cartografia

Tra i più comuni ed immediati impieghi della cartografia nell'ambito degli studi di Glaciologia, si annovera il confronto delle forme dei ghiacciai riportati sulle differenti edizioni cartografiche, al fine di valutare e di calcolare le variazioni areali e volumetriche. Normalmente si riportano su una unica base topografica

Fig. 14) *Stralcio Stralcio della tavoletta "Monte Bianco" F° 27 II NE, originale a colori, scala originale 1:25.000 (ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE, 1973a), aggiornata nel 1970. Nello stralcio è rappresentata la fronte del Ghiacciaio del Miage. Per la spiegazione si veda il testo.*

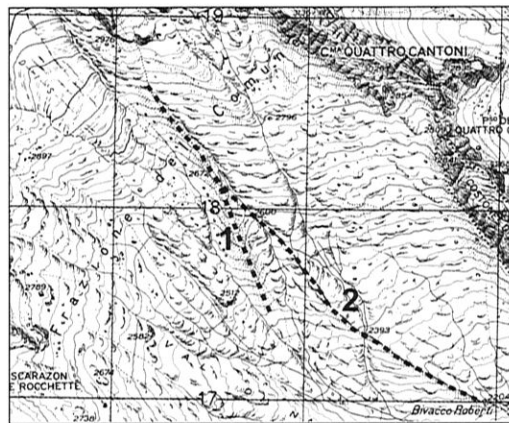



Fig. 15) *Stralcio della tavoletta "Cima Presanella" F° 20 IV SO, originale a colori, scala originale 1:25.000 (ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE, 1973b), aggiornata nel 1970. Nel settore nord-occidentale è rappresentata la parte terminale della Vedretta di Nardis nel gruppo della Presanella. Per le spiegazioni si veda il testo.*

(la più recente) i limiti dei margini glaciali (fig. 16). L'operazione di trasposizione viene per lo più effettuata a mano[11], interpretando la morfologia del rilievo ed utilizzando come punti di riferimento quegli elementi del paesaggio che di volta in volta le diverse cartografie mostrano. Solo a questo punto i vari limiti tracciati su una unica base topografica, che normalmente oggi è la Carta Tecnica Regionale, posso essere georeferenziati ed elaborati mediante i tradizionali programmi GIS; da essi si ottengono i valori di superficie persa od acquisita, le variazioni in quota della fronte e, se alcuni documenti cartografici antichi riportano sui ghiacciai in modo dettagliato ed affidabile[12] le curve di livello, si possono produrre DTM dei singoli ghiacciai per valutare la perdita di volume di ghiaccio in intervalli di tempo noti. La rappresentazione globale delle varie forme assunte nel tempo ha anche il vantaggio di dare una visione dinamica dell'evoluzione di un ghiacciaio. Ad esempio, la ricostruzione delle varie posizioni assunte dal Ghiacciaio di Sternai (fig. 16) mette in evidenza il frazionamento della superficie in quattro parti[13] e una variazione nell'esposizione, che ha visto il ghiacciaio ruotare la sua fronte dai quadranti occidentali (1868) a quelle settentrionali (1983), in posizione orografica protetta dall'insolazione.

La rappresentazione delle diverse forme assunte dai ghiacciai nel tempo non è solo utilizzata per valutare le loro varia-

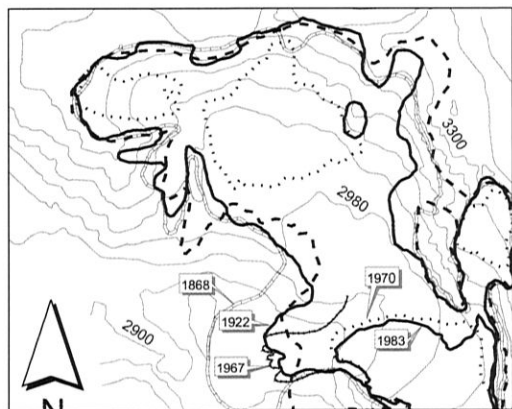



Fig. 16) *Ricostruzione delle variazioni planimetriche della Vedretta di Sternai desunte da materiale iconografico. 1868: Originalkarte des Marteller Alpencomplexes (PAYER, 1872); 1878: Topographische Spezialkarte der Österreichisch-Ungariscen Monarchie (K.U.K. MILITÄR GEOGRAPHISCE INSTITUT, 1878); 1922: tavoletta I.G.M. Cima Sternai, ril. 1910, agg. 1922 e 1931 (ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE, 1931b); 1923: fotografia della fronte (DESIO, 1967); 1970: tavoletta I.G.M. Cima Sternai, ril. 1962, agg. 1970 (ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE, 1972); 1983: Carta Topografica Generale della Provincia Autonoma di Trento, basata su un rilievo aerofotogrammetrico del 1983 (PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO, 1987). Su quest'ultima carta sono state effettuate tutte le ricostruzioni.*

[11] Un riporto automatico anche mediante l'impiego dei GIS molto spesso risulta inopportuno per problemi di georeferenziazione riferita a proiezioni cartografiche diverse tra loro.

[12] Ci si riferisce ad esempio alle già citate carte topografiche alla scala 1:25.000 e 1:50.000 edite nei primi anni del 1900 dal Deutschen und Österrechischer Alpenverein che permettono di effettuare valutazioni di perdita di volume dei ghiacciai in un intervallo temporale di circa cento anni.

[13] Fenomeno frequente, avvenuto in molti ghiacciai e che ha portato ad un apparente aumento del numero delle unità glaciali durante le recenti ed attuali fasi di ritiro.

zioni areali e volumetriche, ma spesso è di ausilio per il controllo, il completamento e la validazione delle curve tempo/distanza (t/d). Queste curve rappresentano le variazioni lineari delle fronti glaciali, cumulando su un sistema di assi cartesiani i singoli mutamenti annuali in relazione al tempo. I dati delle variazioni annuali vengono raccolti da più di cento anni dagli operatori glaciologici, coordinati nella loro attività dal Comitato Glaciologico Italiano, e sono annualmente pubblicati sulla rivista dello stesso Comitato[14], nella rubrica "Risultati delle Campagne Glaciologiche". Altre rilevazioni, soprattutto in passato, venivano rese note anche su altre fonti di stampa o su articoli scientifici. È peraltro comune il caso che, per vari motivi, la serie di dati a disposizione presenti interruzioni e che non contempli periodi significativamente lunghi. Quest'ultimo fatto, che si è verificato per molti ghiacciai in concomitanza degli eventi bellici del secolo scorso od in seguito ad annate particolarmente nevose che non hanno permesso di reiterare le misure, costituisce il maggior problema nella costruzione dei grafici tempo/distanza. In questo caso i dati a disposizione permettono di realizzare tratti di curve più o meno continui ma non correlabili tra loro. L'incrocio dei dati cartografici, integrato anche con quelli iconografici e cartografici d'altra natura, risolve molti dei problemi sopra menzionati. Nel caso più semplice, l'esattezza di una curva t/d continua e completa, può essere certificata confrontando il suo sviluppo con gli step della lingua glaciale riportati sulle carte di diversa levata. Se esistono invece valide rappresentazioni cartografiche più antiche delle prime osservazioni sul terreno, le curve tempo/distanza possono essere proficuamente arretrate nel tempo. Nel caso rappresentato in figura 17, che rappresenta le curve tempo/distanza dei Ghiacciai di Sternai e Saent, i tratti di curva posteriori al 1925 sono stati ricostruiti utilizzando i dati ricavati dalle Campagne Glaciologiche, mentre quelli antecedenti derivano dal confronto della posizione delle lingue glaciali desunte dalla cartografia antica riportata in figura 16.

In caso di assenza di dati per periodi più o meno lunghi, i tratti discontinui di curva vengono tra loro relazionati (posizionati spazialmente) utilizzando distanze ricavate dalla cartografia storica. L'esempio della Vedretta di Pisgana riportato in figura 18 mostra che la curva tempo/distanza risulta discontinua nel tratto 1934-1950 (fatto salvo il breve periodo tra il 1939 ed il 1942) per mancanza di dati. I singoli spezzoni di curva sono inoltre riferiti a capisaldi diversi. La rappresentazione totale della variazione frontale, così come è rappresentata, è stata resa possibile facendo assumere a due punti di età nota (1931 e 1961) contenuti nei due spezzoni di curva, una distanza pari a quella indicata dai rilievi topografici del 1931 e del 1961 riportati nella ricostruzione di figura 18 (a sinistra). In pratica i tratti rappresentati dalle frecce puntinate sono tra loro uguali (in scala).

[14] Dal 1914 Bollettino del Comitato Glaciologico Italiano I e II serie e dal 1978 Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria.

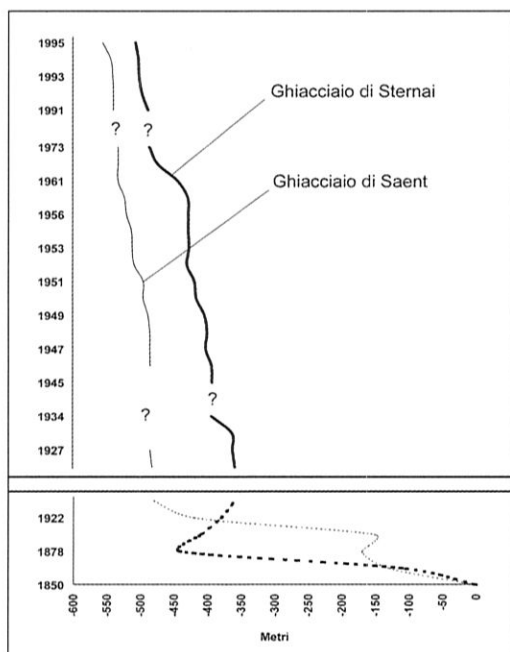



Fig. 17) *Curve tempo distanza dei ghiacciai Sternai e Saent (SEPPI, 1995). Nel caso specifico sono state utilizzate le informazioni desunte da carte del 1868: Originalkarte des Marteller Alpencomplexes (PAYER, 1872); 1878: Topographische Spezialkarte der Österreichisch-Ungariscen Monarchie (K.U.K. MILITÄR GEOGRAPHISCE INSTITUT., 1878); 1891: Spezialkarte der Ortler-Gruppe (DEUTSCHEN UND ÖSTERREICHISCHEN ALPEN VEREIN, 1891); 1922: tavoletta I.G.M. Cima Sternai, ril. 1910, agg. 1922 e 1931 (ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE, 1931b); 1923: fotografia della fronte (DESIO, 1967).*

Negli studi di Glaciologia, un altro parametro strettamente legato al clima è la quota del limite inferiore delle nevi persistenti; esso separa la zona di accumulo dalla zona di ablazione e rappresenta un ottimo indicatore delle condizioni ambientali. A seguito di recrudescenze climatiche, esso si abbassa di quota ed in concomitanza di inversioni di tendenza, risale. Nei ghiacciai di montagna delle medie e basse latitudini il limite inferiore delle nevi persistenti si può far coincidere con la linea di equilibrio[15], in corrispondenza della quale l'accumulo pareggia l'ablazione. Tra le tecniche di calcolo dell'altezza della linea di equilibro, è sufficientemente accreditata quella che la pone ad una quota corrispondente all'isoipsa che divide la superficie glaciale (rappresentabile con curva ipsografica) nelle proporzioni 2 a 1 (per i ghiacciai vallivi). Se il calcolo di questo importante parametro glaciologico è alquanto semplice per quei ghiacciai, sia pur oggi non più esistenti o di più ridotte dimensioni, rappresentati con curve di livello su carte topografiche antiche (cfr. fig. 3), risulta più problematico per quei corpi glaciali estinti, le cui superfici vengono ricostruite sulla base dei resti delle evidenze di margine glaciale. Solo l'andamento del substrato, rappresentato con isoipse sulle attuali carte, permette di forgiare l'ipotetica superficie dell'antico ghiacciaio con sufficiente attendibilità e la posizione delle curve di livello ai margini della forma ricostruita consente di tracciare le isoipse della massa glaciale estinta. Essa può quindi essere tradotta in curva ipsografica e da essa si può evincere la presumibile quota del limite delle nevi. L'esempio di figura 19 mostra in pratica come avviene la ricostruzione

[15] Nei ghiacciai di montagna delle medie e basse latitudini la zona di equilibrio si può far coincidere con il limite inferiore delle nevi persistenti perchè il ghiaccio sovrimposto, cioè quello prodotto dal rigelo dell'acqua di ablazione, ha modesta importanza.

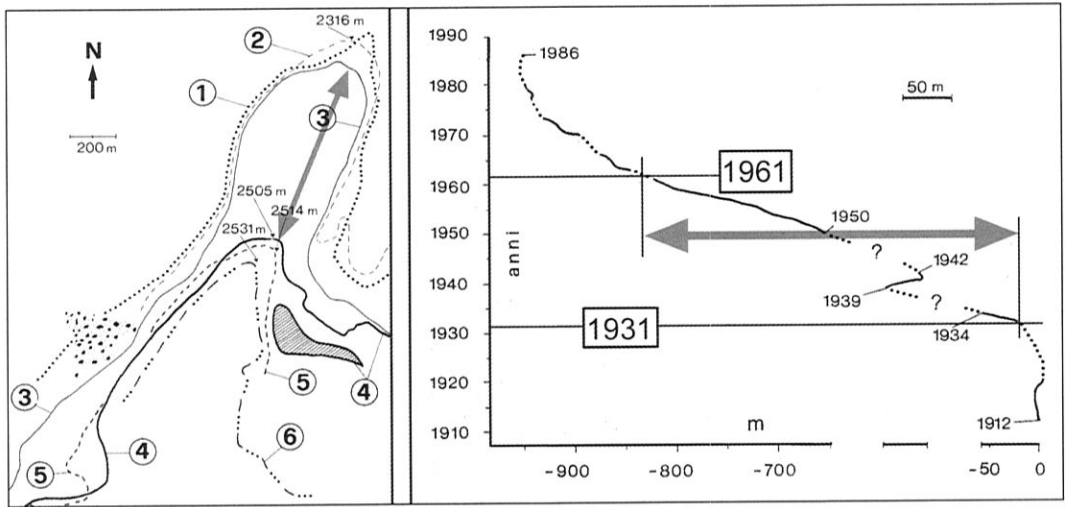



Fig. 18) *Vedretta di Pisgana nel Gruppo Adamello-Presanella (modificato da BARONI & CARTON, 1991b). A sinistra, la ricostruzione della posizione della fronte del ghiacciaio desunta da cartografia storica. Le carte impiegate per la ricostruzione sono: 1: Tavoletta "Temù" F°20 IV SO (ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE, 1925); 2: Karte der Adamello und Presanella Gruppe (DEUTSCHEN UND ÖSTERREICHISCHEN ALPEN VEREIN, 1903); 3: Tavoletta "Temù" F°20 IV SO (ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE, 1931a); 4: Catasto dei Ghiacciai Italiani (C.N.R COMITATO GLACIOLOGICO ITALIANO, 1961); 5: Tavoletta "Temù" F°20 IV SO (ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE, 1973c); 6: Carta Tecnica Regionale, Sezione "Valle d'Avio" (REGIONE LOMBARDIA, 1984). A destra, la curva tempo distanza ricostruita mediante i dati ricavati dalle campagne glaciologiche del Comitato Glaciologico Italiano.*

dell'antico ghiacciaio partendo dai dati forniti dalla cartografia. Le curve di livello della carta topografica di base in prossimità (1) dei margini del ghiacciaio ricostruito, consentono di attribuire valori di quota alle isoipse tracciate sulla massa glaciale estinta. Queste ultime a loro volta risultano avvicinate o spaziate tra loro a seconda di come si presenta il substrato evidenziato sulla carta di base, e cioè: più ravvicinate in corrispondenza dei tratti a maggior pendenza (2), distanziate in aree pianeggianti o poco acclivi (3), concave in zona di accumulo (4), convesse in zona di ablazione (5).

Nell'ambito degli studi di Geologia glaciale il contributo della cartografia si rivolge a quelle applicazioni che permettono di datare superfici topografiche in ausilio alla lichenometria ed alla dendrocronologia[16] o più semplicemente che concorrono a ricostruire la cronologia

[16] Il lichene può essere usato come indicatore dell'età relativa od assoluta della superficie di erosione o di accumulo glaciale su cui si è insediato, basandosi sul principio che la colonizzazione di una superficie avviene a partire dal momento della stabilizzazione del substrato e che la crescita dei talli lichenici è funzione del tempo trascorso dalla colonizzazione (Bechel, 1987). La dendrocronologia invece può fornire una data minima del substrato su cui gli alberi crescono oppure fissare l'età di un evento che ha turbato od interrotto la crescita della pianta.

Fig. 19) *Stralcio della Carta Tecnica Regionale, Sezione D1c5 "Valdidentro", scala originale 1:10.000 (REGIONE LOMBARDIA, 1984b). Ricostruzione della Vedretta della Val Viola effettuata sulla base degli argini morenici e di altre evidenze di margine glaciale. Per le spiegazioni si veda il testo.*

degli eventi glaciali. Nel caso specifico della lichenometria, la realizzazione di curve di accrescimento lichenico [17] (che necessita della conoscenza di superfici datate), trova aiuto nella cartografia nei casi in cui una superficie colonizzata dai licheni è in qualche modo geneticamente riferibile alla data di levata della carta. Ad esempio, la copertura detritica più epidermica di un argine morenico alla cui sommità è cartografato un margine glaciale (fig. 12) può verosimilmente assumere una età pari a quella della levata della carta su cui è rappresentata. Nell'esempio di figura 20 (a destra) gli argini morenici rappresentati con i punti (cfr anche BARONI & CARTON, 1996b) coincidono con i margini dei ghiacciai della Lobbia e del Mandrone evidenziati dalle frecce nello stralcio della *"Originalkarte der Adamello-Presanella Alpen"* (fig. 20, a sinistra). Ne consegue che le coppie di licheni di diametro 40/52, 49/115 e 36/87 hanno verosimilmente colonizzato i tre depositi di margine glaciale a partire dal 1865 (età della carta topografica) e sono stati utilizzati nella curva di accrescimento (fig 20, riquadro a destra).

Analogamente, arretramenti di lingue glaciali documentate in carte di diversa edizione, scoprono via via superfici di substrato la cui deglaciazione è cronologicamente nota. Ne consegue che i licheni che colonizzano superfici di questo tipo sono di età conosciuta e quindi possono essere utilizzati per la realizzazione delle curve di accrescimento lichenico.

Nelle applicazioni della dendrocronologia, su specie arboree viventi, per avvicinarsi il più possibile alla reale età minima di un deposito colonizzato da vegetazione, è necessario aggiungere all'età della pianta il cosiddetto valore del periodo di insediamento[18] che varia notevolmente da zo-

[17] Le curve di accrescimento lichenico sono dei grafici che mostrano, per una specifica zona, il tasso di accrescimento del diametro del tallo in funzione del tempo. Esse vengono costruite per interpolazione di una serie di punti le cui coordinate sono il diametro e l'età dei licheni.

[18] Con il termine "periodo di insediamento" si intende il tempo necessario affinché su una superficie detritica stabilizzata si creino le condizioni idonee per l'attecchimento della vegetazione.

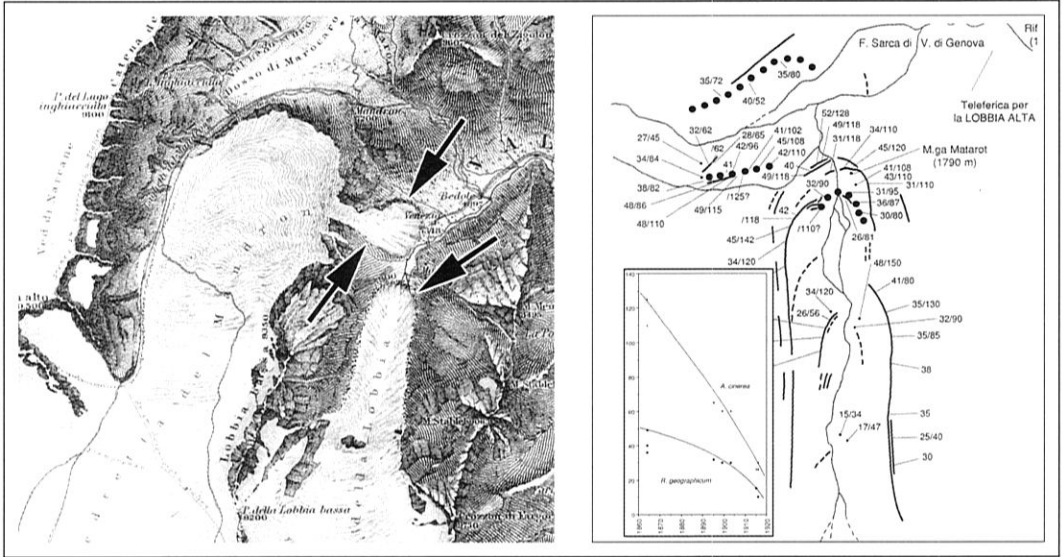



Fig. 20) *A sinistra, stralcio della "Originalkarte der Adamello-Presanella Alpen" (PAYER, 1865-67). Le frecce indicano la posizione degli argini morenici indicati nella figura a destra con i punti. A destra, raffigurazione degli argini morenici (tratto continuo) presenti nell'alta Val di Genova. Le coppie di numeri indicano le dimensioni dei talli di "Rhizocarpon geographicum" e "Aspicilia cinerea" rilevati sugli argini. Nel riquadro è riportata la curva lichenometria per l'Alta Val di Genova. Le figure a destra sono tratte BARONI & CARTON, 1991 e 1996a.*

na a zona a seconda del clima e soprattutto del substrato litoide. Nell'ambito delle applicazioni della cartografia agli studi di Geologia glaciale, il periodo di insediamento, valutabile per il larice dai 15 anni (BARONI *et al.*, 1992) ai 65-70 anni (DELINE, 1999) è ricavabile sottraendo dall'età del deposito, fornita dalla carta topografica secondo i principi sopra esposti, quella della pianta (fig. 21). Il valore cosi ottenuto rappresenterà una costante da aggiungere all'età di tutti gli altri campioni forestali per individuare una data minima di formazione del deposito.

Cartografia citata

ANICH P. (1774) - *Atlas Tyrolensis*. Tyrolia-Verlag, Innsbrück-Wien.

BARONI C. & CARTON A. (1996b) - *Carta geomorfologica dell'Alta Val di Genova (Gruppo dell'Adamello, Alpi centrali)*. Geogr. Fis. Din. Quat., 19 (1).

C.N.R COMITATO GLACIOLOGICO ITALIANO (1961) - *Catasto dei ghiacciai italiani. III: Ghiacciai della Lombardia e dell'Ortles-Cevedale*. Torino, pp. 389.

DESIO A. (1967) - *I ghiacciai del Gruppo Ortles-Cevedale*. Testo e tavole. C.N.R., Com. Glac. It., Tamburini Edit., pp. 874, Torino.

DEUTSCHEN UND ÖSTERREICHISCHEN

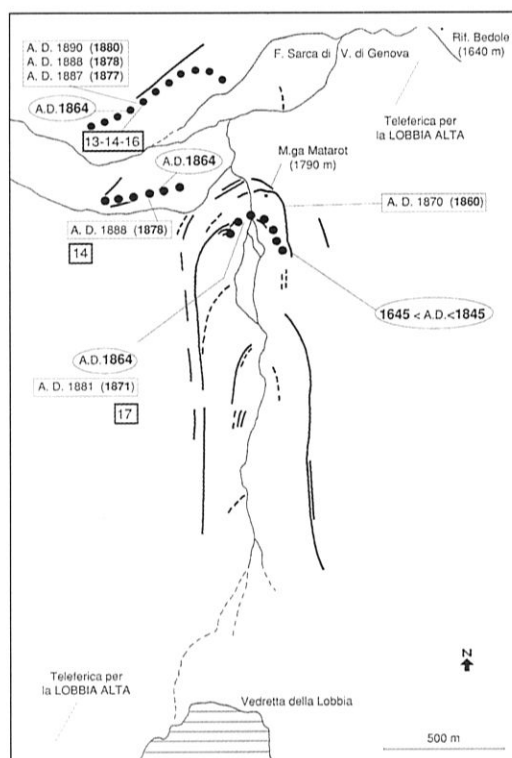



Fig. 21) *Raffigurazione degli argini morenici (tratto continuo) presenti nell'alta Val di Genova (da BARONI et al., 1992). I numeri indicano anni citati come "Anno Domini". I numeri contenuti nel campo ovale indicano l'età degli spezzoni di argine morenico (indicati da una successione di punti) desunti dalla "Originalkarte der Adamello-Presanella Alpen" (PAYER, 1865-67) e si riferiscono alla data del rilievo della carta. I numeri nei rettangoli indicano l'anno di nascita dei larici più vecchi individuati sui singoli valli morenici (il primo si riferisce all'età del centro assiale od all'età estrapolata, calcolata ad un metro da terra, quello tra parentesi rotonda indica l'anno di nascita effettivo della pianta, ottenuto considerando i 10 anni persi con il campionamento ad un metro da terra). I numeri nei riquadri piccoli rappresentano il periodo di insediamento e sono calcolati sottraendo all'età dei vari argini (1864) quella dei rispettivi larici (1877, 1878, 1880, 1881) ottenendo valori compresi tra 13 e 17 anni.*

ALPEN VEREIN (1891) - *Spezialkarte der Ortler-Gruppe*. Scala 1:50.000, Wien.

DEUTSCHEN UND ÖSTERREICHISCHEN ALPEN VEREIN (1903), *Karte der Adamello und Presanella Gruppe*. Scala 1:50.000.

DEUTSCHEN UND ÖSTERREICHISCHEN ALPEN VEREIN (1904), *Karte der Langkofel und Sellagruppe*. Scala 1:25.000.

DEUTSCHEN UND ÖSTERREICHISCHEN ALPEN VEREIN (1931), *Karte der Palagruppe*. Scala 1:25.000.

ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE (1912) - *Carta Topografica d'Italia*. Tavoletta "Monte Adamello" F°20 III NO, scala 1:25.000, ril. 1885, agg. 1912.

ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE (1925) - *Carta Topografica d'Italia*. Tavoletta "Temù" F°20 IV SO, scala 1:25.000, ril. 1885, agg. 1925.

ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE (1931a) - *Carta Topografica d'Italia*. Tavoletta "Temù" F°20 IV SO, scala 1:25.000, ril. 1885, agg. 1931.

ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE (1931b) - *Carta Topografica d'Italia, F° 9 Monte Cevedale, tavoletta Cima Sternai*. Scala 1:25.000. Firenze.

ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE (1972) - *Carta Topografica d'Italia, F° 9 Monte Cevedale, tavoletta Cima Sternai*. Scala 1:25.000. Firenze

ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE (1973a) - *Carta Topografica d'Italia*. Tavoletta "Monte Bianco" F° 27 II NE, scala 1:25.000, agg. 1970.

ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE (1973b) - *Carta Topografica d'Italia*. Ta-

voletta “Cima Presanella” F° 20 IV SO, scala 1:25.000, agg. 1970.

ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE (1973c) - *Carta Topografica d'Italia*. Tavoletta “Temù” F°20 IV SO, scala 1:25.000, agg. 1970.

K.U.K. MILITÄR GEOGRAPHISCE INSTITUT (1878) - *Topographische Spezialkarte der Österreichisch-Ungarischen Monarchie*. Zone 20, col. III, *Bormio und Passo del Tonale*, Scala 1:75.000, Wien.

PAYER J. (1865-67) - *Originalkarte der Adamello-Presanella Alpen*. In: Petermann's Geogr. Mitt., Gotha, Ergänzungsband IV, scala 1:56.000.

PAYER J. (1872) - *Die zentralen Ortleralpen (Gebiete Martell Lasa und Saent)*. Petermann's Geogr. Mitt., Ergänzungsheft 18 (31), 1-30, 1 carta topografica scala 1:56.000, Gotha.

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO (1987) - *Carta Topografica Generale*. Sezione 025100 Cima Sternai. Scala 1:10.000, prima edizione, Trento.

REGIONE LOMBARDIA (1984a) - *Carta tecnica regionale*. Sezione “Valle d'Avio” D3e1, scala 1:10.000.

REGIONE LOMBARDIA (1984b) - *Carta tecnica regionale*. Sezione “Valdidentro” D1c5, scala 1:10.000.

RITTER VON WIEDENMANN P. (1874) - *Karte der Dolomit Alpen von Enneberg, Höllenstein, Sexten, Buchenstein & Ampezzo*. In: Zeitschrift des Deutschen und Österreichischen Alpen Verein, V, Scala 1:100.000.

STATO MAGGIORE GENERALE AUSTRIACO (1833) - *Carta Topografica del Regno Lombardo-Veneto*. Scala 1:86.400, Vienna.

Bibliografia

BARONI C. & CARTON A. (1991a) - *Variazioni oloceniche della Vedretta della Lobbia (Gruppo dell'Adamello, Alpi Centrali)* Geogr. Fis. Dinam. Quat., 13, 105-119.

BARONI C. & CARTON A. (1991b) - *Vedretta di Pisgana (Gruppo dell'Adamello), geomorfologia e variazioni Oloceniche della fronte*. Natura Bresciana, Ann. Museo Civ. Sc. Nat. Brescia, 26 (1989), 5-34.

BARONI C. & CARTON A. (1996a) - *Geomorfologia dell'alta Val di Genova (Gruppo dell'Adamello, Alpi Centrali)*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 19 (1), 3-17.

BARONI C., CARTON A., MARTINELLI N. & PIGNATELLI O. (1992) - *L'impiego della dendrocronologia per la ricostruzione delle variazioni glaciali oloceniche in Val di Genova (Gruppo dell'Adamello, Alpi Centrali). Nota preliminare*. Atti Convegno Glaciologico italiano, Gressoney, 26-28 settembre 1991.

CASTIGLIONI B. (1930) - *Risultati di una recente visita ai Ghiacciai Cadorini*. Memorie Geologiche e Geografiche di Giotto Dainelli, Vol I, VIII, Firenze.

DE BATTAGLIA F. & MARISALDI L. (2000) - *Enciclopedia delle Dolomiti*. pp. 520, Zanichelli, Bologna.

DELINE P. (1999) - *La mise en place de l'amphithéâtre morainique du Miage (Val Veny, Val d'Aoste*. Géomorphologie, 1: 5972.

LAURETI L. (2003) - *La rappresentazione delle aree glacializzate della montagna Alpina nella cartografia postgeodetica ed ottocentesca (secoli XVIII-XIX)*. Convegno Nazionale “Cartografia della Montagna”, Trento, 28-30 Aprile 2003, volume degli abstracts, p 39.

MARINELLI O. (1948) - *Atlante dei tipi geografici desunti dai rilievi al 25.000 e al 50.000 dell'I.G.M*. Seconda Ed., 80 tavole, un volume di testo.

SALOMON W. (1900) - *Können Gletscher in anstehendem Fels Kare, Seebecken und Thä-*

ler erodieren? Neues Jahrb. f. Geol. Miner. u. Pal., Bd. II: 117-139, Stuttgart.

SALOMON W. (1908-1910) - *Die Adamellogruppe. Ein alpinen Zentralmassiv, und seine Bedeutung für die Gebirgsbildung und unsere Kenntnis von dem Mechanismus der Intrusionen*. Abhandl. der k. k. Geol. Reichsanst., Band XXI, Heft 1: 1-433, Band XXII, Heft 2: 435-603, Wien

SCHULZ K. (1894) - *Die Adamellogruppe*. In: Richter E., "Die Erschliessung der Ostalpen", 2: 174-244, Berlin.

SEPPI R. (1995) - *Geomorfologia e storia glaciale dell'alta valle di Saent (Valle di Rabbi, Gruppo Ortles Cevedale)*. Tesi di laurea inedita, Università degli Studi di Milano (a.a. 1994-1995).

SUDA F. (1879) - *Wahrnehmungen über das Zurückweichen der Gletscher in der Adamello-Gruppe.* Zeitschrift des Deutschen und Österreichichen Alpen Verein, pp. 170-178.

ZANON G. (1998) - *Sulla scoperta e l'individuazione dei ghiacciai delle Dolomiti attraverso le fonti Cartografiche e Bibliografiche ottocentesche*. In: Le scienze della Terra nel Veneto dell'Ottocento. Atti V Seminario di Storia delle Scienze e delle Tecniche nell'Ottocento Veneto, Venezia, 20-21 Ottobre 1995.

I CAMBIAMENTI DEL PAESAGGIO MONTANO: ANALISI DI IMMAGINI AEREE MULTITEMPORALI PER L'INDIVIDUAZIONE DEI CAMBIAMENTI DEL PAESAGGIO ALPINO

M. Ciolli, E. Milesi, A. Vitti, P. Zatelli (*)

(*) Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale - Università degli studi di Trento (Italy)

1. Introduzione

L'abbandono delle tradizionali attività colturali agricole e forestali ha indotto profondi e talora irreversibili cambiamenti nel paesaggio montano non solo in Italia, ma anche negli altri paesi Europei maggiormente sviluppati. Il paesaggio era una volta composto da un complesso mosaico di ecosistemi che era il risultato dell'applicazione di diversi metodi di gestione diversificata, mentre ai giorni nostri il paesaggio sta diventando sempre più omogeneo. In molte regioni montane italiane la popolazione sta decrescendo e questo fatto influenza direttamente il paesaggio ed i criteri di gestione degli ambienti forestali. Alberi ed arbusti stanno invadendo aree una volta dedicate al pascolo ed all'agricoltura e questo non solo cambia come il paesaggio viene percepito ma può anche avere una influenza decisiva sul ciclo degli elementi. Sebbene l'esistenza di questo trend sia ben nota è molto difficile valutare l'estensione del fenomeno come invece si richiede in studi specifici di ecologia applicata o che si occupano di effettuare valuzioni circa lo sviluppo sostenibile (Ciolli e Zatelli, 1999, Bortoluzzi et al. 1999). Il fenomeno è in corso da svariati anni, tuttavia è solo di recente che alcune delle possibili conseguenze sugli ecosistemi montani e la sostenibilità del territorio sono diventate chiare. Le tradizionali attività umane in montagna garantivano, entro determinati limiti, un certo livello di controllo del territorio ed una certa conservazione della stabilità nei confronti dei pericoli naturali assicurando inoltre un'alta eco e bio diversità e mantenendo allo stesso tempo le peculiarità paesaggistiche.

In particolare è noto che gli ambienti in via di colonizzazione sono in grado di fissare una maggior quantità di anidride carbonica dall'atmosfera rispetto agli ambienti che si trovano negli ultimi stadi delle successioni ecologiche; oltre all'importanza di quantificare il fenomeno allo scopo di monitorare i cambiamenti del paesaggio è evidente dunque come

questa quantificazione sia importante anche nell'ottica degli studi sulla fissazione dell'anidride carbonica volta a produrre dei bilanci di CO2 attendibili, oppure per cercare di valutare la capacità protettiva o l'evapotraspirazione negli ambienti agro-forestali.

L'obbiettivo della presente ricerca è quello di sperimentare la possibilità di trarre informazioni importanti in termini quantitativi e qualitativi circa i cambiamenti del paesaggio montano utilizzando tecniche di analisi automatica delle immagini a partire da materiale multi temporale di natura molto eterogenea, relativo ad aree montane interessate in vario grado da fenomeni di spopolamento. È necessario perciò applicare delle tecniche di riconoscimento che forniscano un quadro delle situazioni passate, in modo da poterle confrontare fra di loro.

Le caratteristiche delle immagini disponibili sono spesso molto diversificate a causa del fatto che la tecnologia si è evoluta sensibilmente attraverso gli anni. Può quindi avvenire che si debbano comparare dati tratti da foto pancromatiche (cioè in toni di grigio) con dati tratti da foto a colori od infrarosso. Queste situazioni sono abbastanza comuni quando si cerca di ricostruire il passato di un'area e la metodologia usata in questo studio vorrebbe essere riproducibile proprio per fornire un possibile strumento per affrontare situazioni simili. Inoltre tutti i software utilizzati per realizzare questo lavoro sono software non commerciali Free od Open Source e quindi sono disponibili a chiunque.

Si vuole sottolineare qui l'importanza delle foto aeree come strumento per investigare i cambiamenti del paesaggio su periodi significativamente lunghi; infatti da queste si possono trarre informazioni che non si possono ricavare dalle immagini da satellite che sono di disponibilità troppo recente per essere utilizzate a questo scopo.

Il materiale utilizzato in questo lavoro comprende foto pancromatiche, a colori, infrarosso in falso colore, presi in anni diversi ('54, '77, '83,'86, '96) ed inoltre i fotogrammi sono stati scattati da quote diverse, fatto che influenza la scala media di ogni foto. Il lavoro è stato svolto su aree differenti situate in Trentino ed in Lombardia. Il materiale fotografico e cartografico è stato fornito per il Trentino dalla Provincia Autonoma di Trento mentre per la Lombardia dalla Comunità Montana della Valle Cannobina e dallo studio professionale RDM di Firenze.

In questo genere di lavori, nei quali si cerca di ricostruire con tecniche automatiche lo stato del paesaggio in epoche passate e quindi senza poter disporre di verità a terra da confrontare con i risultati delle elaborazioni è necessario, quando possibile, procurarsi delle informazioni circa lo stato degli ambienti nel passato per poter comparare almeno in parte i risultati ottenuti dalle elaborazioni con dei dati di riferimento sufficientemente affidabili. Perciò in taluni casi si è cercato di ricostruire le caratteristiche del paesaggio scomparso anche tramite interviste a persone che vivevano o lavoravano nei luoghi oggetto di studio.

2. Ortorettifica

Il primo passo da compiere per realizzare questo tipo di analisi è l'ortorettifica delle immagini all'interno di un GIS. Questo processo trasforma l'immagine in proiezione centrale e la georeferenzia nel sistema di riferimento in uso. L'ortorettifica delle immagini permette di poter poi sovrapporre le immagini stesse oppure i risultati delle elaborazioni effettuate su di esse.

Le foto sono state acquisite con uno scanner A3 cercando di ottenere, nelle immagini risultanti, una dimensione dei pixel sul terreno comparabile a quelle delle altre immagini con le quali dovevano essere confrontate. Ad esempio, le foto a colori relative alla Val Cannobina sono state acquisite a 600 dpi, 24 bit poiché questo valore garantisce una buona qualità dei colori ed un'alta definizione geometrica mentre l'immagine rimane abbastanza gestibile in termini di dimensioni (90 Mb), mentre le immagini pancromatiche della stessa area, scattate da quote più elevate, sono state acquisite ad 800 dpi. Le foto ad infrarosso sono state acquisite invece con uno scanner speciale per immagini IR. Le immagini sono state poi trasformate in formato tiff (Tagged Image File Format) ed importate in GRASS. I file sono stati gestiti ed elaborati utilizzando il free software GIMP.

L'ortorettifica è stata realizzata utilizzando il GIS GRASS un Open source free GIS che sta diventando sempre più utilizzato nel mondo (Ciolli e Zatelli 1999, Neteler 2002). GRASS è un potente strumento per gestire informazioni geografiche, in particolare per studi di tipo ambientale e comprende molte applicazioni professionali come moduli di ortorettifica, modelli idrologici e molti altri (si veda il sito http://grass.itc.it). Una descrizione della procedura di orto rettifica si può trovare nel sito http://grass.itc.it/gdb/html_grass5/html /i.ortho.photo.html.

Le foto ortorettificate sono state analizzate con i moduli di analisi delle im-

Foto	**Tipo**	**Data**	**Ora**	**Altezza (m)**	**Focal lenght**	**Scala media dell'immagine**
3901	Pancromatica	16-09-1954	10.22	9300	153,16	1:56000
3360	Colore	27-06-1977	12.21	3640	151,79	1:18000
3364	Colore	27-06-1977	12.22	3630	151,79	1:18000
159	Colore	01-10-1986	13.25	2620	153,33	1:12000
179	Colore	01-10-1986	13.38	2605	153,33	1:11000
1042	IR	03-09-1996	10.42	(non leggibile)	153,20	1:16000
1099	IR	03-09-1996	11.07	(non leggibile)	153,20	1:16000

TABELLA 1) *Val Cannobina: esempio delle differenti foto aeree usate in questo lavoro. La scala media delle immagini è il rapporto fra l'altezza media di volo e la focale dell'apparecchio fotografico.*

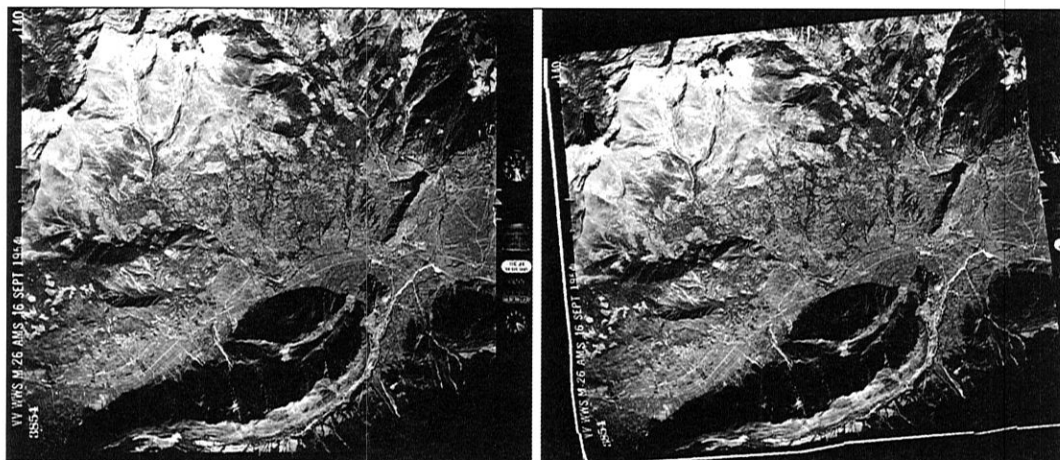



FIGURA 1) *Foto aerea della Valsugana (Roncegno) del 1985 prima e dopo l'ortorettifica con GRASS*

magini e sono state selezionate differenti procedure di classificazione delle immagini secondo la tipologia dei fotogrammi in modo da estrarre la maggior quantità di informazioni affidabili possibile.

3. Analisi delle immagini

Due sono le tecniche di classificazione disponibili in GRASS, le classiche tecniche di classificazione unsupervised (non supervisionata) e supervised (supervisionata).

La classificazione supervisionata è una tecnica di segmentazione che divide automaticamente l'immagine in aree che possono essere considerate omogenee secondo alcuni criteri predefiniti. L'operatore non fornisce al software nessuna informazione relativa alle firme spettrali delle classi da riconoscere sull'immagine. Questo avviene in GRASS tramite due comandi: i.cluster, che forma i cluster iniziali e determina i loro parametri statistici e i.maxlik, che classifica l'intera immagine tramite il criterio di massima verosimiglianza (maximum likelihood), usando i risultati di i.cluster come parametri di input. Con questa tecnica si sono ottenuti risultati piuttosto insoddisfacenti, specialmente se comparati con quelli ottenuti tramite l'analisi supervisionata; di conseguenza la classificazione non supervisionata è stata abbandonata.

La tecnica di classificazione supervisionata si fonda sul fornire a priori al classificatore delle aree di training scelte dall'operatore su una mappa di training che contiene dei campioni significativi delle aree da riconoscere. In questo modo la firma spettrale di ciascuna classe è resa disponibile al classificatore e ciascuna classe è già etichettata correttamente. In GRASS il processo di classificazione supervisionata si compie in due fasi: nella prima fase le firme spettrali di tutte le classi interessate sono valutate su una mappa di training ed in un secondo passo l'intera immagine è classificata secondo le firme spettrali rese disponibili con

il passo precedente. I moduli di GRASS che effettuano questa procedura a due fasi sono i.class o i.gensig e i.maxlik.

Inoltre, è possibile svolgere una classificazione supervisionata contestuale, cioè una classificazione che tiene conto non solo delle caratteristiche radiometriche di ciascun pixel, ma anche delle proprietà dei pixel vicini e delle loro relazioni. Per svolgere la classificazione contestuale si usano i moduli i.gensigset e i.smap; il primo costruisce le firme spettrali mentre il secondo classifica l'immagine.

Sono stati svolti dei test per determinare quale fosse il miglior classificatore per le immagini disponibili ed il classificatore contestuale si è rivelato quello che ha fornito le migliori prestazioni. È stato perciò scelto per effettuare la classificazione delle immagini multibanda.

Le tecniche sopra descritte possono essere applicate alle immagini multibanda, mentre per le immagini pancromatiche è necessario usare altre tecniche di classificazione basate sull'analisi dei toni di grigio, come quelle utilizzate per il materiale pancromatico disponibile per il Trentino. Bisogna sottolineare il fatto che tali tecni-

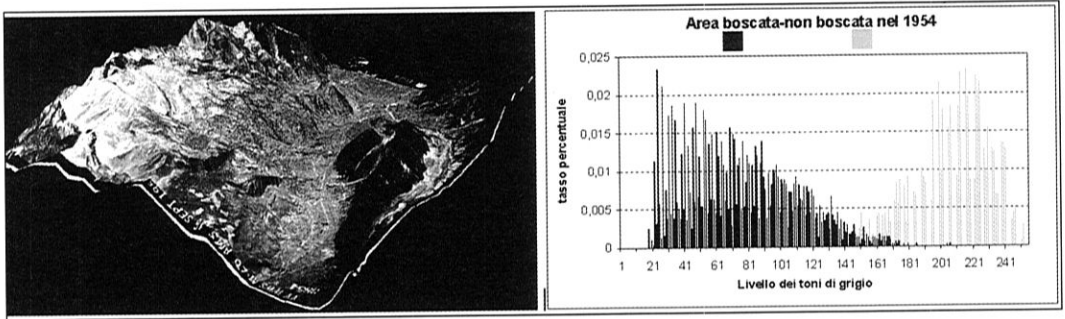



FIGURA 2) *Analisi di immagini aeree pancromatiche: a sinistra l'ortofoto sovrapposta al DTM della zona, a destra un esempio di classificazione di immagini: identificazione di un valore soglia di grigio che discrimina tra presenza ed assenza di bosco su un istogramma ricavato dall'analisi di un'ortofoto.*

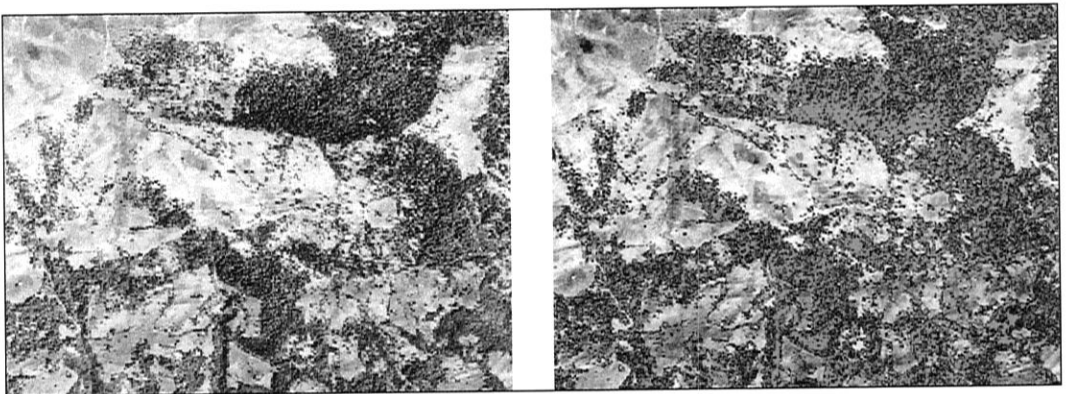



FIGURA 3) *Riconoscimento in base al tono di grigio del pixel*

che non consentono di differenziare la categoria foresta in ulteriori sottocategorie, mentre è possibile discriminare la differenza fra aree boscate e non boscate.

L'analisi sulle foto pancromatiche avviene in più fasi sfruttando la distribuzione dei toni di grigio sull'immagine. In una prima fase si individua sull'ortofoto un valore soglia di grigio che serve per discriminare fra le aree coperte da vegetazione arborea e quelle a pascolo, quindi si effettua una prima verifica ed in una successiva fase si raffina l'analisi con l'applicazione di algoritmi appositamente sviluppati con i moduli di calcolo di GRASS (Ciolli, Zatelli 1999a). Alcuni problemi possono sorgere a causa della presenza di ombre di differente intensità sulla stessa immagine dovute a fattori vari come presenza di nuvole, esposizione dei versanti e così via e può perciò essere necessario differenziare la foto in sottoaree omogenee per luminosità così da migliorare la qualità del risultato dell'analisi dei valori di soglia che vengono ad essere differenti per ciascuna sottoarea.

L'analisi dell'immagine effettuata su foto aeree pancromatiche di diverse annate relative al Trentino nelle aree montane della Val di Pejo e della Valsugana ha consentito quindi, tramite il confronto diacronico, la valutazione della rein-

ANNO	Ettari	Percentuale Foresta/ Territorio	Popolazione	Percentuale Occupati settore Agroforestale
1954	1353.8371	42.77 %	2175	65.9 %
1983	1527.4887	48.26 %	1933	11.2 %
1994	1709.3085	54 %	1837	10.4 %

TABELLA 2) *Val di Pejo (Trentino), al diminuire della percentuale di popolazione ed in particolare degli occupati nel settore agro-forestale corrisponde un aumento della superficie occupata dal bosco che ricolonizza aree una volta dedicate ad attività alpicolturali.*

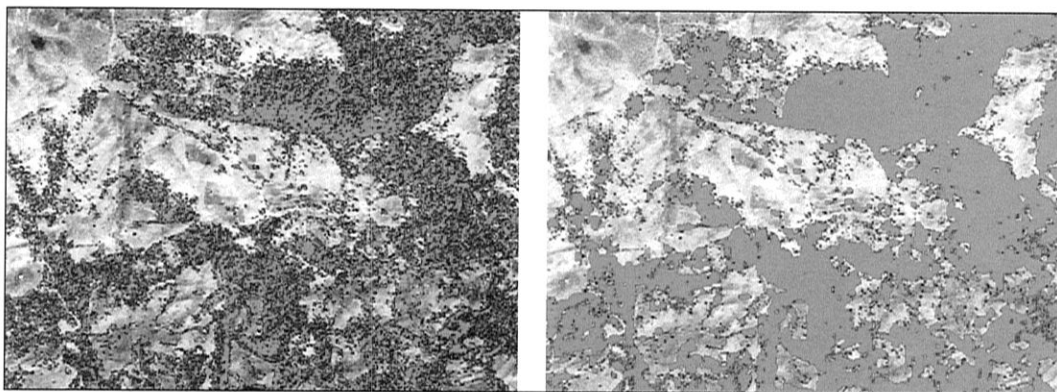



FIGURA 4) *Riconoscimento automatico della copertura forestale*

vasione da parte del bosco di zone abbandonate dall'utilizzo tradizionale.

Un insieme di tecniche di analisi miste sono state utilizzate per l'elaborazione del materiale fotografico riguardante la Valle Cannobina che comprendeva foto in toni di grigio, a colori ed infrarosso. Prima di poter effettuare l'analisi delle immagini era necessario procurarsi alcune verità a terra per permettere un confronto dei risultati ottenuti. Questa operazione è particolarmente difficile quando le foto sono molto datate, in quanto spesso non si riesce a ricostruire la passata situazione avvalendosi solo di un confronto rispetto allo stato attuale. Perciò si sono usati come fonte di informazione anche i risultati di alcune interviste effettuate alle persone che vivevano e/o lavoravano nell'area all'epoca delle foto.

La scelta delle categorie di vegetazione da riconoscere con gli strumenti di classificazione disponibili in GRASS è il risultato di un compromesso fra quali classi sono state classificate come importanti e sono chiaramente distinguibili all'occhio umano ed il numero effettivo delle classi che la procedura automatica è in grado di discriminare. Lo scopo di questo lavoro è di creare delle mappe di vegetazione mentre gli altri tipi di copertura come edifici, strade, rocce e così via, sono stati classificati come "altro".

Sono state stabilite tre classi principali per la vegetazione: prato, felci e bosco. La prima classe "prato" comprende tutte le aree con copertura erbacea siano esse prati o pascoli; la seconda classe "felceto" copiosa in Val Cannobina (AAVV 1996), comprende tutte le zone coperte da felceto e ginepro; infine la terza classe "bosco" comprende tutte le aree a copertura arborea densa o rada. Se non specificato altrimenti, tutti i risultati dell'applicazione delle tecniche di classificazione automatica in questo lavoro producono risultati in queste tre classi.

Due aree differenti della Valle Cannobina le zone dei Monti di Rodè e di Monte Vecchio sono state analizzate in

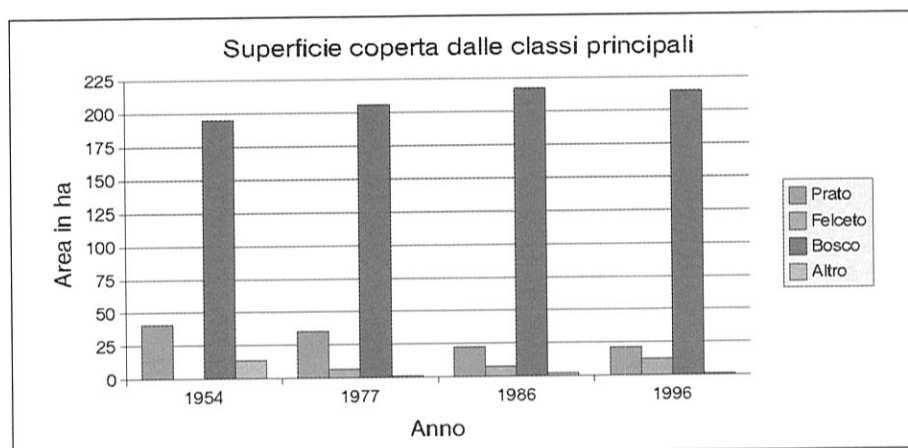



FIGURA 5) *Monti di Rodè: Prato, Felceto, Bosco e altre classi negli anni 1954, 1977, 1986 e 1996.*

particolar modo, poiché la loro situazione ed evoluzione rispetto alla vegetazione sono differenti e si prestavano a testare la tecnica.

Per l'area dei Monti di Rodè, dal grafico a barre in figura 1, è evidente un'espansione della foresta di circa 20 ettari dall'anno 1954 al 1996 con il massimo dell'espansione intorno all'anno 1986. Tuttavia la copertura forestale del 1986 è probabilmente sovrastimata, a causa di alcune difficoltà nella classificazione della specifica immagine e probabilmente un tasso di reinvasione più regolare descrive meglio l'andamento attuale.

Questo significa che la foresta si sta lentamente espandendo (0.5 ettari per anno in tutto il periodo). Nell'intera Valle Cannobina il tasso di espansione medio della foresta dedotto dai dati forestali negli ultimi 45 anni è considerevolmente più alto: applicando questo tasso all'area dei Monti di Rodè ci si aspetterebbe una crescita di 1.3 ettari per anno, quindi in quest'area il bosco non riesce a diffondersi altrettanto rapidamente quanto in altre parti della valle.

La ragione di questo sta probabilmente nel fatto che sebbene nell'area la pressione antropica sia adesso assente e la pratica della monticazione sia scomparsa, una certa attività di pascolo da parte di pecore e capre è ancora presente. Fino a 500 pecore pascolavano ancora in quest'area sino a pochi anni fa, il lo-

1954 1977 1986 1996

Prato Felceto Bosco Altro

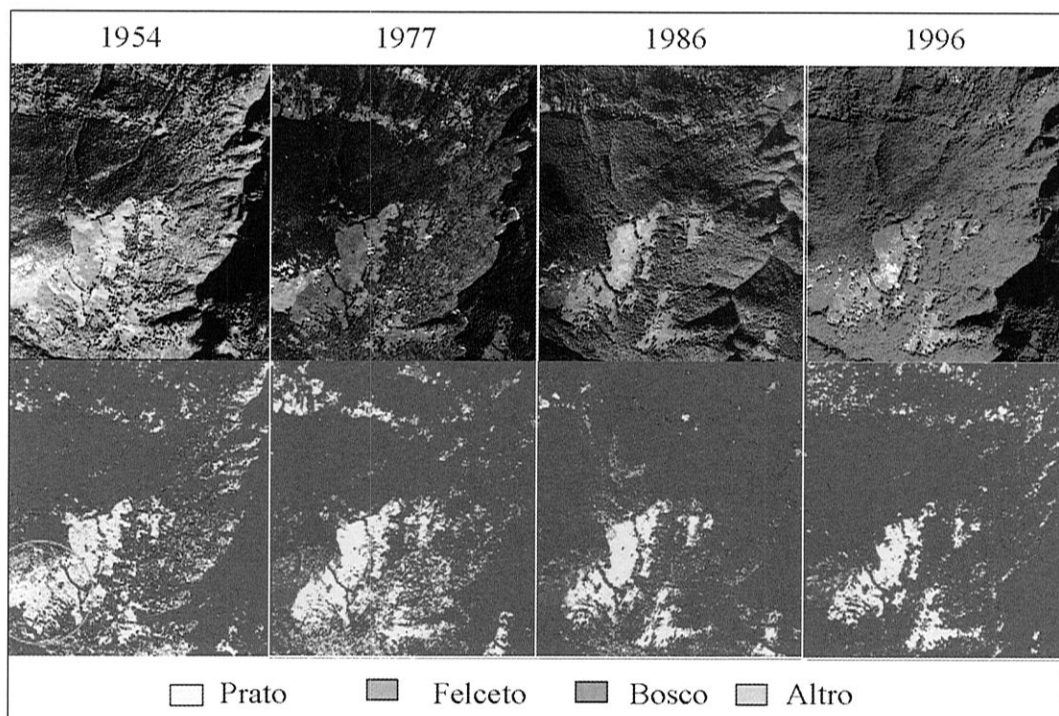



FIGURA 6) *La vegetazione dei Monti di Rodè ottenuta con al classificazione supervisionata.*

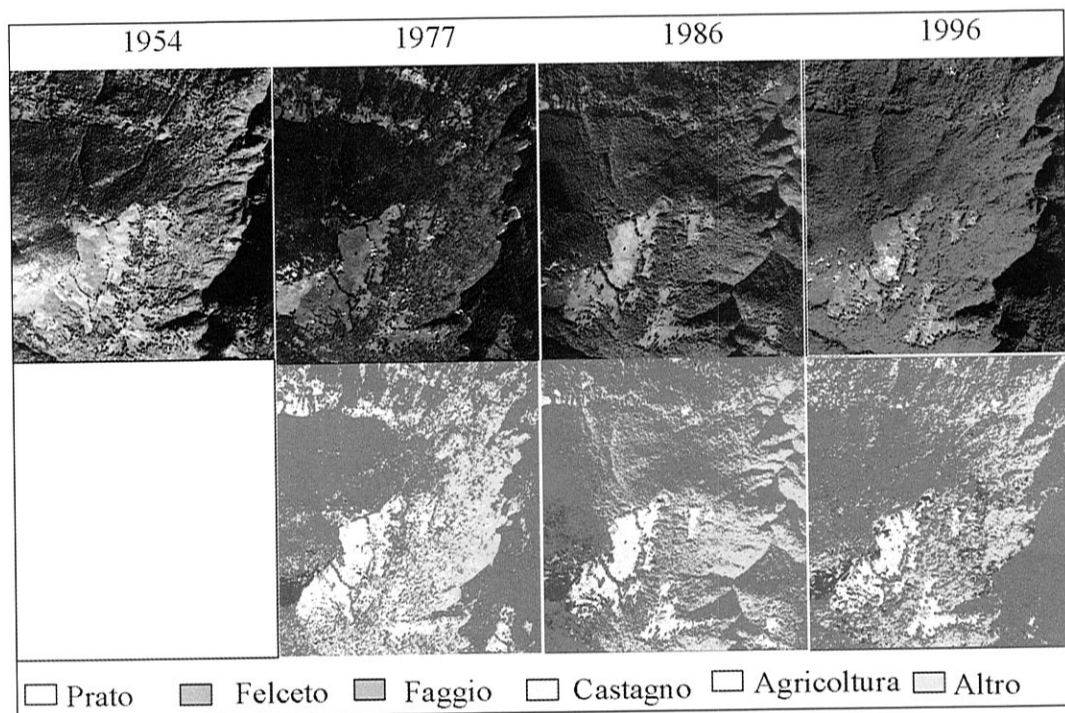



FIGURA 7) *Monti di Rodè: mappe della vegetazione ottenute con la classificazione supervisionata.*

ro numero è diminuito ma sono adesso presenti le capre, le cui abitudini alimentari possono significativamente limitare l'espansione della foresta.

Poichè le categorie "felceto" ed "altro" non hanno subito invasioni significative, l'espansione del bosco ha influenzato soprattutto la categoria "prato".

La riduzione della categoria "prato" è anche dovuta alla vasta espansione della classe "felceto" (che comprende felci e ginepro): questo tipo di copertura sembra espandersi notevolmente ai danni della categoria "prato", molto probabilmente poiché non è bloccata da attività antropiche e dal pascolamento. La variazione della classe altro è minima e probabilmente dovuta ad un minimo di errori di classificazione.

La seconda area, Monte Vecchio, è stata sottoposta allo stesso tipo di analisi della regione dei Monti di Rodè.

Nel grafico in figura 8 sono visibili due differenti tendenze: una grande espansione della classe "bosco" ed una diminuzione delle classi "prato" e "felceto". Le variazioni nella classe "altro" non sono significative ed il valore anomalo per l'anno 1954 è dovuto a difficoltà di classificazione sull'immagine pancromatica che in quell'area presenta svariati problemi di classificazione per tutte le classi.

Tenendo presenti i limiti sopra presentati, è possibile affermare che nell'a-

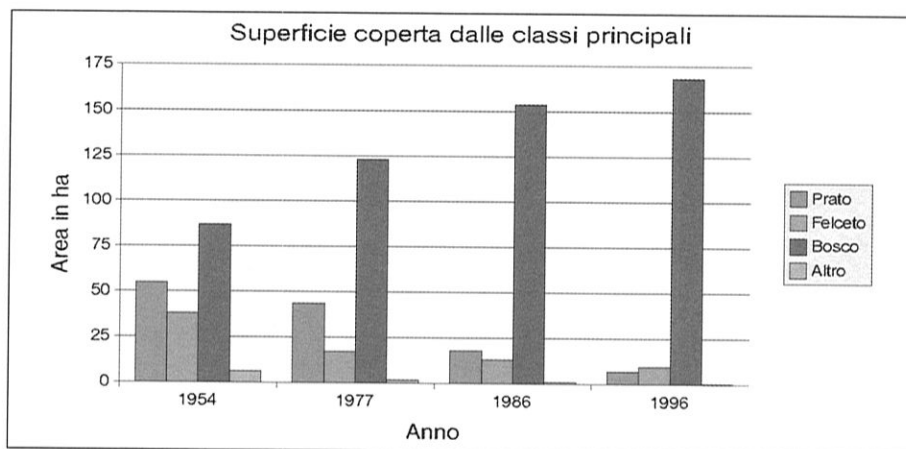



FIGURA 8) *Monte Vecchio: Prato, Felceto, Bosco, Altro negli anni 1954, 1977, 1986 e 1996.*

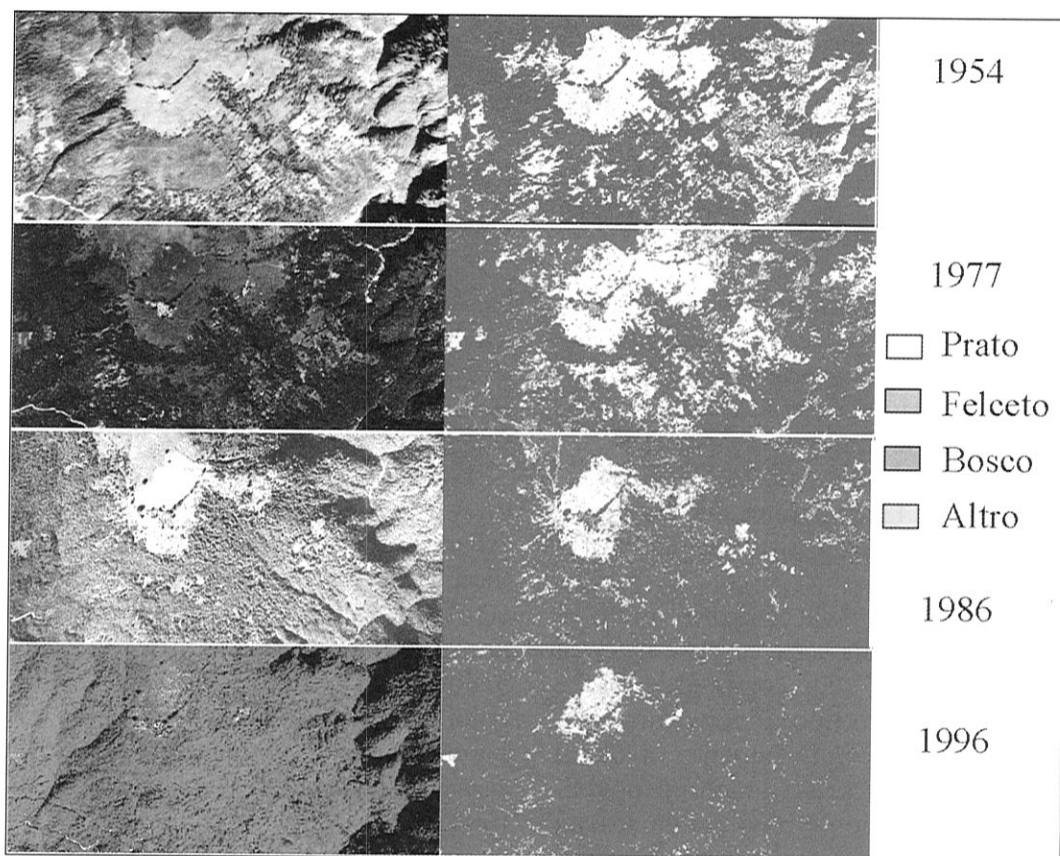



FIGURA 9) *Monte Vecchio mappe della vegetazione ottenute con la classificazione supervisionata.*

rea di Monte Vecchio la classe "bosco" mostra una significativa espansione, raddoppiando la sua superficie con un tasso di espansione di circa 2 ettari l'anno contro un tasso atteso di 1 ettaro anno se rapportato al tasso medio della valle.

Particolarmente significativa è la riduzione della categoria "prato": questa classe di copertura sta scomparendo e gli ultimi brandelli rimasti sono adesso invasi da betulle, faggi, felci, ginestre ed altre specie, arboree o arbustive, come ha dimostrato l'indagine di campagna.

Il trend della classe "felceto" è in questo caso differente da quello dell'area di Monti di Rodè: questo tipo di copertura si sta riducendo anche se il felceto sta invadendo parzialmente l'area a prato, poiché a sua volta il felceto subisce l'espansione della foresta.

Usando GRASS è stato possibile valutare la superficie delle aree che sono cambiate da "prato" a "felceto" e da "felceto" a "foresta" nel passare degli anni (tavola 2).

Anche tenendo conto delle imprecisioni nei risultati prima esposte, il trend è ben visibile e l'invasione della foresta ai danni del felceto è certamente più importante di quella del felceto ai danni del prato. Quindi è possibile afferamre che se non interverrano fattori esterni, antropici o naturali come per esempio gli incendi, in meno di 20 anni tutta la copertura di prato e felci sparirà, e verrà sostituita da una copertura forestale.

Le immagini a colori hanno permesso di realizzare mappe di vegetazione abbastanza affidabili, tuttavia appare ovvio che la disponibilità di immagini della stessa area in differenti stagioni potrebbe significativamente migliorare questi risultati.

4. Risultati

Nelle aree prese in considerazione per il Trentino dove si disponeva solo di foto pancromatiche è stato possibile quantificare il tasso di reinvasione delle aree abbandonate dall'attività antropica da parte della foresta. Per la Val di Pejo ad esempio è stato possibile evidenziare un'aumento della superficie boscata dal 1954 al 1996 che ha portato la copertura arborea rispetto al totale dell'area da una percentuale del 42,7 a quella del 54 %. Questo risultato è facilmente correlabile con la diminuzione della popolazione ed in particolar modo della popolazione occupata nel settore agroforestale.

Il tentativo di discriminare ulteriormente in sotto classi le aree in toni di gri-

	Da "prato" a "felceto" (ha)	Da "felceto" a "foresta" (ha)
Dal '54 al '77	4,997	27,575
Dal '77 al '86	4,790	8,151
Dall '86 al '96	1,799	9,300

TAVOLA 2) *La categoria "prato" è invasa dal "felceto" e il "felceto" è invaso dalla "foresta".*

gio che identificavano le aree boscate non ha sortito dei buoni effetti e perciò si è ritenuto preferibile usare una classificazione basata sulla discriminazione di valori di soglia a partire dagli istogrammi dei toni di grigio. Alcuni problemi sono stati riscontrati ove le fotografie presentavano problemi di ombreggiatura ed è quindi stato necessario suddividere le immagini in sottoaree omogenee per luminosità per poter ottenere risultati affidabili nell'analisi.

Nelle aree prese in considerazione nelle montagne lombarde la grande disponibilità di materiale molto eterogeneo è una ricchezza ma anche fonte di problemi. Le mappe di vegetazione sono state create usando differenti procedure per classificare automaticamente le immagini aeree utilizzando appieno le capacità di analisi del GIS GRASS.

In una prima fase tutte le tecniche di analisi sono state testate su alcune immagini e la classificazione supervisionata contestuale ha dato i migliori risultati. Tuttavia una più specifica classificazione della foresta per distinguere i differenti tipi di vegetazione non è sempre stata possibile anche a causa della difficoltà di ricostruire la verità a terra in epoche passate e quindi di preparare delle firme spettrali affidabili per le differenti specie.

Queste analisi mostrano chiaramente la tendenza della foresta di invadere tutti gli spazi aperti: dal 1954 al 1996 nelle due aree dei Monti di Rodè e di Monte Vecchio il totale dell'espansione della foresta ammonta a circa 100 ettari su un totale di 436 ettari occupati dalle aree.

La classe "felceto" è presente in entrambe le aree ma, mentre nella regione di Monti di Rodè si sta espandendo ai danni dei pascoli ed ha raggiunto un'estensione di 12 ettari nel 1996, nell'area di Monte Vecchio la sua superficie totale si è ridotta poiché la superficie di "felceto" invasa dalla foresta è più ampia della nuova area che le felci rubano al prato e quindi la classe felceto si è ridotta da 38 a meno di 10 ettari in 42 anni.

Questo diverso comportamento è probabilmente dovuto al differente tasso di crescita dell'area di "felceto" nelle due zone (0.5 ettari per anno contro 2 ettari per anno), legato alla presenza del pascolo di pecore e capre nella zona dei Monti di Rodè, presenza che limita l'esapnsione della foresta.

Questo fatto sottolinea l'importanza dei fattori antropici nei cambiamenti ambientali anche quando la presenza umana diminuisce fortemente. Infatti, mentre presumibilmente nella regione di Monte Vecchio in pochi anni la foresta ricoprirà l'intera area raggiungendo un equilibrio naturale, nella zona di Monti di Rodè i fattori antropici, anche nell'attuale situazione di scarsa presenza umana, rallentano la naturale evoluzione dell'ecosistema.

La scelta di due aree test differenti ha permesso di sottolineare l'importanza e di quantificare il ruolo umano nelle dinamiche naturali delle aree montane.

5. Conclusioni

Tramite l'uso dei moduli di GRASS è stato possibile realizzare analisi fotogrammetriche e delle immagini per valutare in maniera sia qualitativa che quantitativa i cambiamenti del paesaggio ed i

cambiamenti dei tipi di copertura su materiale fotografico di tipo assai eterogeneo in diverse aree alpine.

È stato in particolare possibile descrivere i cambiamenti intercorsi negli ultimi 50 anni, dovuti soprattutto alla diminuzione della popolazione nelle aree di montagna che ha dato luogo ad una perdita dell'equilibrio colturale ed ecologico venutosi a creare con le attività umane ed ha innescato una serie di fenomeni di riadattamento ecologico dell'ambiente alla nuova situazione creatasi anche se è importante sottolineare il fatto che è possibile scendere a dettagli diversi nella descrizione dei cambiamenti del paesaggio a seconda della qualità, quantità e tipologia del materiale fotografico e cartografico disponibile.

Inoltre questo lavoro ha messo in evidenza la versatilità e la capacità di GRASS GIS di gestire una notevole massa di materiale fotografico eterogeneo in particolare per la sua registrazione e la classificazione automatica per produrre mappe tematiche multitemporali che descrivessero i cambiamenti del territorio negli ultimi 50 anni.

Un possibile sviluppo di questo tipo di lavoro, di cui esiste già qualche esempio per aree di fondovalle (Ciolli, Menel Lemos, Zatelli, 2001) potrebbe consistere nell'applicare tecniche di tipo fuzzy per migliorare i risultati della classificazione.

Bibliografia

AA.VV. 1996. *Carta della vegetazione della Valle Cannobina*. Studio RDM, Firenze, 1996.

BORTOLUZZI B, FEDRIGOLI M, PETTENELLA D, URBINATI C, 1999. *Individuazione di un sistema di indicatori di gestione forestale sostenibile in Italia*. Rapporto intermedio di ricerca per l'ANPA, 1999

BOUMAN, C.A., SHAPIRO, M. 1992. *Multispectral Image Segmentation using a Multiscale image Model.* Proc. of IEEE Int'l Conf. on Acoust., Speech and Signal Proc., pp. III-565 - III-568, San Francisco, California, March 23-26, 1992.

BOUMAN, C.A., SHAPIRO, M. 1994. *A Multiscale Random Field Model for Bayesian Image Segmentation.* IEEE Transactions on Image Processing, 3(2):162-177, March 1994.

CANTIANI, M. G.. 1999 - *Piano Ecologico-Territoriale della Valle Cannobina* (V.C.O.). Trento, 1999.

CIOLLI M., MILESI E., ZATELLI P., 2002 - *Digital analysis of multitemporal aerial images for forest and landscape change detection. Proceedings "Collecting and analyzing information for sustainable forest management and biodiversity monitoring with special reference to mediterranean ecosystems"*, Palermo, Italy, 4-7 December, 2001. ispra (VA):European Commission - EUR 20392 EN, 2002. p. 40-47

CIOLLI, M., 1999 - *GRASS GIS: Uno strumento di supporto alla pianificazione forestale.* Atti del II° Congresso della Società Italiana di Selvicoltura ed Ecologia Forestale (S.I.S.E.F.) Applicazioni e Prospettive per la Ricerca Forestale Italiana, Bologna, 20-22 Ottobre 1999 pp.167-173.

CIOLLI, M., MASCARELL PAVÌA, B., SGUERSO, D., ZATELLI, P., 1999 - *Valutazione tramite fotogrammetria e GIS della dinamica della copertura forestale e della provvigione legnosa.* Atti della 3a Conferenza nazionale delle Associazioni Scientifiche per le informazioni Territoriali ed Ambientali Napoli 9 novembre, 1999 Vol 1 pp 589-594.

CIOLLI, M., MENEL LEMOS, G.T., ZATELLI, P., 2001. *Sperimentazione di modelli di colore nella classificazione automatica di foto a co-*

lori. Atti del convegno "5a Conferenza nazionale delle Associazioni Scientifiche per le Informazioni Territoriali ed Ambientali", Rimini, 9-12 ottobre, 2001, ASITA:Rimini, ottobre 2001, Vol. 1, pp. 553-558.

CIOLLI, M., ZATELLI, P., 1999. *Automatic forest area recognition using GIS image analysis capability.* International archives of photogrammetry and remote sensing, vol. XXXII, part 6W7, pp. 163-168, 1999.

D'ANGELO M., GALLI A., MOTTA M., ZUCCA C., 1999 – *Monitoraggio delle risorse forestali in ambiente mediterraneo mediante telerilevamento.* Atti del II° Congresso della Società Italiana di Selvicoltura ed Ecologia Forestale (S.I.S.E.F.) Applicazioni e Prospettive per la Ricerca Forestale Italiana, Bologna, 20-22 Ottobre 1999 pp.183-188.

DONATELLI, R. 1996. *Il paesaggio alpino in trasformazione. Riorganizzazione e conservazione del sistema di alpeggi in Valle Cannobina.* Tesi di laurea. Politecnico di Milano Facoltà di Architettura, anno accademico 1996-97.

INGEGNOLI, V., PIGNATTI, S. 1996. *L'Ecologia del Paesaggio in Italia*. CittàStudiEdizioni di UTET Libreria srl, Milano, 1996.

MENEGON, S. 1998. *Metodologie GIS per la valutazione predittiva dei miglioramenti ambientali su piccola scala.* Tesi di laurea. Università degli studi di Trento Facoltà di Ingegneria, anno accademico 1998-99.

CARATTERIZZAZIONE DELLE DINAMICHE DEMOGRAFICHE IN AMBIENTE MONTANO ATTRAVERSO L'USO DI STRUMENTI GIS

Angelo Besana (*), **Elisabetta Miorelli** (**), **Paolo Zatelli** (**)

(*) Università degli Studi di Torino
(**) Università degli Studi di Trento

Gli autori hanno svolto il lavoro di ricerca e di analisi per il presente contributo in stretta collaborazione, tuttavia nella stesura del testo Angelo Besana ha scritto i paragrafi 1, 2, 3, 7 e realizzato le rappresentazioni cartografiche, Elisabetta Miorelli, che ha curato in particolare la predisposizione del data-base, ha redatto i paragrafi 4, 6 oltre ai grafici e alla appendice metodologica, mentre Paolo Zatelli, cui si deve l'insieme delle elaborazioni con GRASS e la predisposizione del report dei dati riclassificati, ha realizzato il paragrafo 5.

1. Introduzione

L'interesse prevalente di questo lavoro è, soprattutto, di tipo metodologico-strumentale, in quanto rappresenta un primo approccio all'impiego di tecniche GIS per riclassificare in categorie di analisi più propriamente geografiche, database territoriali organizzati secondo ripartizioni di carattere amministrativo. Nel caso, qui trattato, delle dinamiche demografiche in un contesto montano, l'analisi condotta unicamente su dati organizzati per comune, comporta che si sottovaluti un'importante elemento di differenziazione e caratterizzazione di tali fenomeni, quale la morfologia del territorio. In tal senso, le funzionalità di analisi spaziale tipiche degli strumenti GIS consentono di arricchire lo studio delle dinamiche demografiche introducendo ulteriori parametri esplicativi quale, ad esempio, l'altitudine.

Il lavoro ricostruisce, per prima cosa, il quadro territoriale delle variazioni demografiche in Trentino dagli anni '50 fino ad oggi, individuandone i principali tratti strutturali. Successivamente, caratterizza l'osservazione di tali fenomeni focalizzando l'interesse su di un più ristretto contesto territoriale, quale caso di studio sperimentale, ed introducendo l'altitudine quale ulteriore variabile di analisi.

2. Quadro morfologico e struttura urbana del Trentino

La morfologia di questa regione montana è relativamente semplice e ricalca, in generale, la struttura che caratterizza le alpi orientali. Gli assi vallivi maggiori sono orientati secondo due fondamentali direttrici: N-S ed E-O. L'elemento divisorio principale è costi-

tuito dalla Valle dell'Adige che rappresenta il principale percorso di attraversamento della regione (secondo la prima delle due direttrici sopra indicate) e, pertanto, l'asse portante della sua organizzazione territoriale.

In generale, i collegamenti delle valli principali avvengono in corrispondenza delle loro estremità, in quanto i collegamenti intervallivi risultano poco agevoli per l'elevata e costante altitudine dei rilievi trasversali. Inoltre, le valli secondarie hanno spesso andamenti alquanto irregolari e risultano normalmente aperte unicamente nel loro sbocco vallivo.

Coerentemente all'organizzazione orografica, il sistema insediativo del Trentino presenta, nel suo complesso, la tipica struttura di allineamento di fondovalle a forma ramificata, descrivendo una tendenziale conurbazione lineare lungo le principali vallate con funzioni urbane di diverso livello, nei cui confronti i versanti e le valli laterali costituiscono le rispettive zone interne (vedi Fig. 1). I principali centri urbani sorgono lungo gli assi più importanti in punti di confluenza intervalliva, là dove si trovano le poche conche della regione che, peraltro, non essendo di particolare ampiezza, non hanno consentito lo sviluppo di aggregati demografici di una certa consistenza. Trento, il capoluogo, assomma una popolazione di circa 105.000 abitanti, seguono Rovereto con oltre 33.000, la conurbazione di Riva del Garda – Arco con più di 29.000 e Pergine Valsugana con circa 17.000.

	Comuni	%	**Abitanti**	%
<=500 ab.	51	*22,9*	16.884	*3,5*
500< <=1.000 ab.	65	*29,1*	46.624	*9,8*
1.000< <=2.500 ab.	75	*33,6*	113.561	*23,8*
2.500< <=5.000 ab.	20	*9,0*	67.118	*14,1*
5.000< <=10.000 ab.	7	*3,1*	48.292	*10,1*
10.000< <=20.000 ab.	3	*1,3*	46.170	*9,7*
Rovereto			33.422	*7,0*
Trento			104.946	*22,0*
Trentino	**223**	**100**	**477.017**	**100**

TABELLA 1*) Comuni e popolazione del Trentino per classi di ampiezza demografica*[1]
Fonte: nostra elaborazione su dati Istat (14° Censimento della Popolazione e delle Abitazioni, 2001)

[1] In questa tabella i dati degli abitanti di Riva del Garda e di Arco sono stati considerati separatamente.

Inoltre, a causa della frequente rottura di continuità negli allineamenti orografici, l'estensione in lunghezza delle valli è generalmente piuttosto contenuta, per ciò anche gli insediamenti di centro valle presentano una consistenza demografica di per sé poco significativa, come nei casi di Cles (6.500), Borgo Valsugana (6.200) e Tione di Trento (3.500). Tuttavia, per quanto i centri maggiori non presentino rilevanti dimensioni demografiche, il Trentino presenta un forte grado di urbanizzazione della popolazione. Infatti, il 22% della popolazione residente vive nel capoluogo, e quasi il 39% nelle 5 località che hanno più di 10.000 abitanti. Al di fuori delle città, la popolazione risulta disseminata in un numero elevato di piccole località, spesso ulteriormente frazionate in aggregati minori. In Trentino i comuni con meno di 500 abitanti sono quasi il 23% dell'insieme provinciale (vedi tabella 1 e figura 2).

Per quanto riguarda il popolamento complessivo della regione, questo potrebbe apparire alquanto scarso in termini assoluti: oltre 477.000 abitanti per un territorio di circa 6.200 Km^2, vale a dire, indicativamente, 77 abitanti per Km^2. Tuttavia, considerando le particolari condizioni morfologiche, sopra accennate, il dato della densità riacquista un certo significato, soprattutto se riferito alle diverse zone altimetriche e, ancor più, alle aree edificate. Nella fascia al di sotto dei 500 m., ad esempio, i valori variano da 700 a 800 abitanti per Km^2, come nel caso della Valle dell'Adige che include oltre il 40% della popolazione provinciale[2]. Se la base territoriale della densità è costituita dalla superficie edificata, allora i valori che si ottengono rivelano una situazione di intenso sfruttamento delle aree effettivamente popolate: oltre 2.500 abitanti per Km^2.

Come evidenzia il cartogramma della densità abitativa, riprodotto nella figura 2, i valori più elevati, superiori alla media provinciale, sono concentrati nella piana dell'Adige e nei sistemi minori a questa più prossimi (si tratta tipicamente di località investite dal processo di decentramento urbano che interessa i centri principali, come la valle di Cembra, oppure di aree di recente sviluppo economico quali la bassa Valsugana), ma che riguardano anche i centri di vallata maggiori ed alcune zone particolari come le Giudicarie inferiori, dove vi è una forte concentrazione di attività manifatturiere.

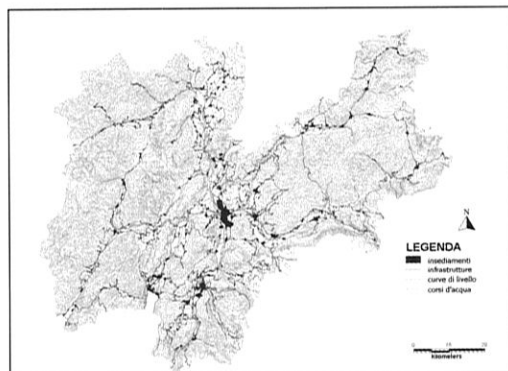



FIGURA 1) *Il sistema insediativo Trentino.* Fonte: nostra elaborazione dati SIAT. – PAT

[2] Questi valori diminuiscono rapidamente con il crescere dell'altitudine, per quanto non manchino casi in cui, per la presenza di altopiani o di aree valorizzate dal turismo, tale tendenza sia disattesa.

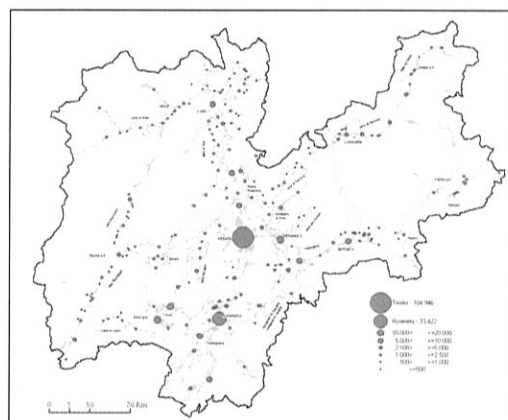
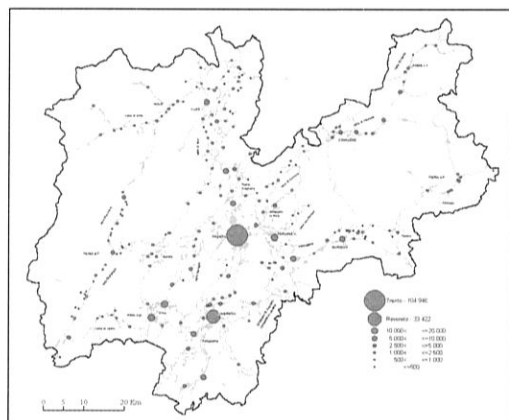



FIGURA 2) *Popolazione per classi di ampiezza demografica.* Fonte: nostra elaborazione dati Istat (14° Censimento della Popolazione e delle Abitazioni, 2001)

FIGURA 3) *Densità di popolazione (abitanti per km^2 aree edificate).* Fonte: nostra elaborazione dati Istat (14° Censimento della Popolazione e delle Abitazioni) e Pat 2001

3. Il quadro territoriale delle dinamiche demografiche.

Nella seconda metà del XX secolo, il Trentino presenta una costante crescita demografica, seppure secondo un ritmo poco accentuato e decrescente, salvo che per l'ultimo decennio in cui tale tendenza si inverte e si ha il valore intercensuario più elevato. Complessivamente, nell'arco di un cinquantennio, risulta un aumento di popolazione di poco superiore al 20%.

Interessante è il dettaglio della dinamica strutturale connessa a questa evoluzione, in quanto registra degli importanti cambiamenti. Per quanto riguarda il movimento naturale, il Trentino presentava valori positivi fino agli anni '60. Poi il saldo naturale è rapidamente diminuito fino a diventare negativo al termine degli anni '70. Negli anni '90 è tornato positivo grazie ad una significativa ripresa delle nascite, connessa, da un lato, all'entrata in età fertile delle donne appartenenti alla generazione del cosiddetto "baby-boom" e, dall'altro, all'aumento di nuclei familiari di origine straniera, in media più prolifici, avendo modelli culturali e familiari diversi da quelli locali. Nel 2000 il saldo naturale è risultato pari a 1,4‰, grazie ad un tasso di natalità del 10,8‰ ed un tasso di mortalità del 9,5‰[3] (Pat, 1998 e 2001b). Il movimento migratorio, che in epoche passate aveva rappresentato una vera e propria emorragia demografica (soprattutto nelle valli più povere e periferiche), dagli inizi degli anni '70 è costantemente positivo, seppure secondo valori non particolarmente elevati. Inoltre, negli anni più recenti ha conosciuto un significa-

[3] Tali valori rispecchiano, sostanzialmente, l'andamento del saldo naturale nel corso degli anni '90, in cui tasso di natalità e di mortalità presentano valori molto vicini, poco sopra e poco sotto il 10‰.

popolazione residente x 1.000 abitanti						variazioni % intercensuarie				
1951	1961	1971	1981	1991	2001	'50	'60	'70	'80	'90
395	412	428	443	450	477	4,5	3,8	3,5	1,6	6,0

TABELLA 2) *Crescita demografica provinciale: 1951-2001*
Fonte: nostra elaborazione su dati Istat (14° Censimento della Popolazione e delle Abitazioni, 1951-2001)

tivo incremento dovuto all'ingresso di lavoratori extra-comunitari, ed è oggi attorno all'8‰ (Pat, 1998 e 2001b).

Interessante a questo riguardo è il quadro territoriale che può essere costruito sulla base delle componenti strutturali del saldo demografico (il modello di riferimento ed i relativi grafici sono illustrati nella appendice metodologica).

Negli anni '50 e '60, il Trentino è contraddistinto dalla presenza diffusa di aree di declino demografico, quasi esclusivamente per migrazione. Le uniche zone di crescita si hanno lungo la Valle dell'Adige con gli aggregati di Trento, Rovereto e della piana Rotaliana. Al di fuori di queste aree le altre situazioni di incremento demografico sono limitate, sostanzialmente, ai fenomeni di crescita urbana di alcune località minori, centri di riferimento per i sistemi vallivi periferici come, Riva d.G.-Arco, Cles, Tione e Pergine Valsugana, ad alcune aree che già allora si caratterizzavano per le presenze turistiche, come la val Rendena (con Pinzolo e Madonna di Campiglio), e anche a particolari contesti culturali come la ladina Valle di Fassa (Besana, Lazzeroni e Primi, 1998).

Nel corso degli anni '70 (quando per il Trentino, nel suo complesso, si inverte il trend negativo del saldo migratorio), le situazioni di perdita demografica tendono ad attenuarsi in valore pur rimanendo territorialmente le più diffuse al di fuori della valle dell'Adige. Sono ancora prevalentemente legate a fenomeni migratori, anche se ormai relativi soprattutto a processi di ridistribuzione interna e di crescita urbana (Fig. 4). In questo periodo, inoltre, si intravedono i fenomeni di diffusione urbana verso l'alta Valsugana. Interessanti sono anche le aree di crescita dell'alto Garda verso la valle dei Laghi, nella valle di Fiemme, nella media val di Non, attorno a Cles, e nella val Rendena.

Gli anni '80 vedono un significativo rallentamento della crescita provinciale, conseguenza di forte calo delle nascite. Le situazioni di incremento sono prevalentemente sostenute da saldi migratori positivi e si concentrano ancora per lo più nella valle dell'Adige. Peraltro, in questo periodo i segnali di diffusione urbana del decennio precedente acquistano maggiore evidenza. In particolare per quanto riguarda la valle dei Laghi, la media valle di Non, la val di Fiemme e l'inizio della valle di Sole. Critica permane la condizione della parte orientale, mentre in alcuni dei centri urbani maggiori si possono notare segnali di maturità demografica, come per Rovereto.

Nel corso del decennio successivo ad un'ulteriore crescita della componente

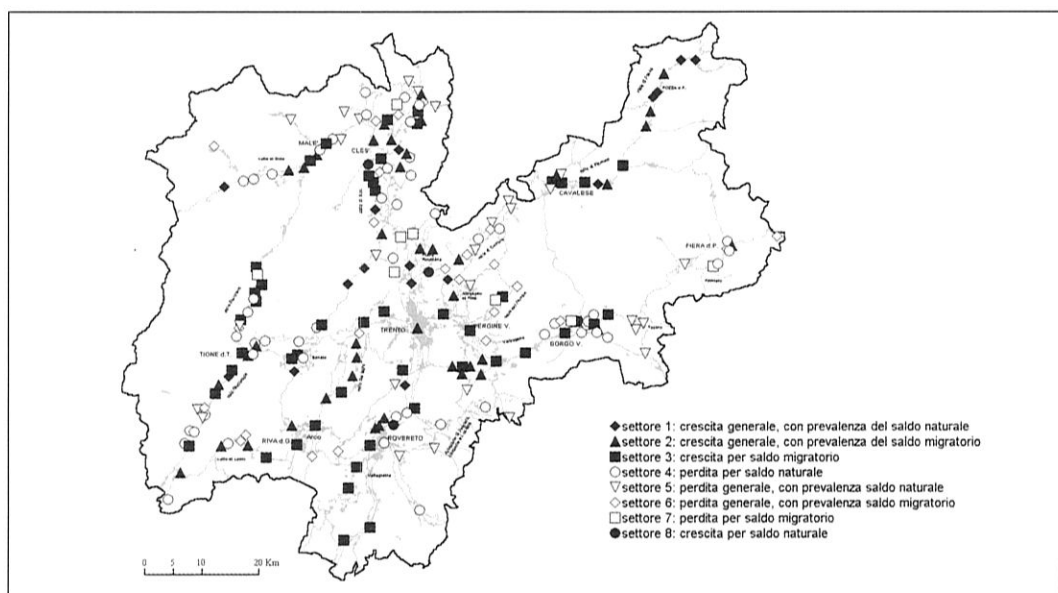



FIGURA 5) *Trentino: comuni secondo i saldi medi annui naturale e migratorio: anni '80.* Fonte: nostra elaborazione dati Pat – Servizio Statistica.

settore 1: crescita generale, con prevalenza del saldo naturale
settore 2: crescita generale, con prevalenza del saldo migratorio
settore 3: crescita per saldo migratorio
settore 4: perdita per saldo naturale
settore 5: perdita generale, con prevalenza saldo naturale
settore 6: perdita generale, con prevalenza saldo migratorio
settore 7: perdita per saldo migratorio
settore 8: crescita per saldo naturale

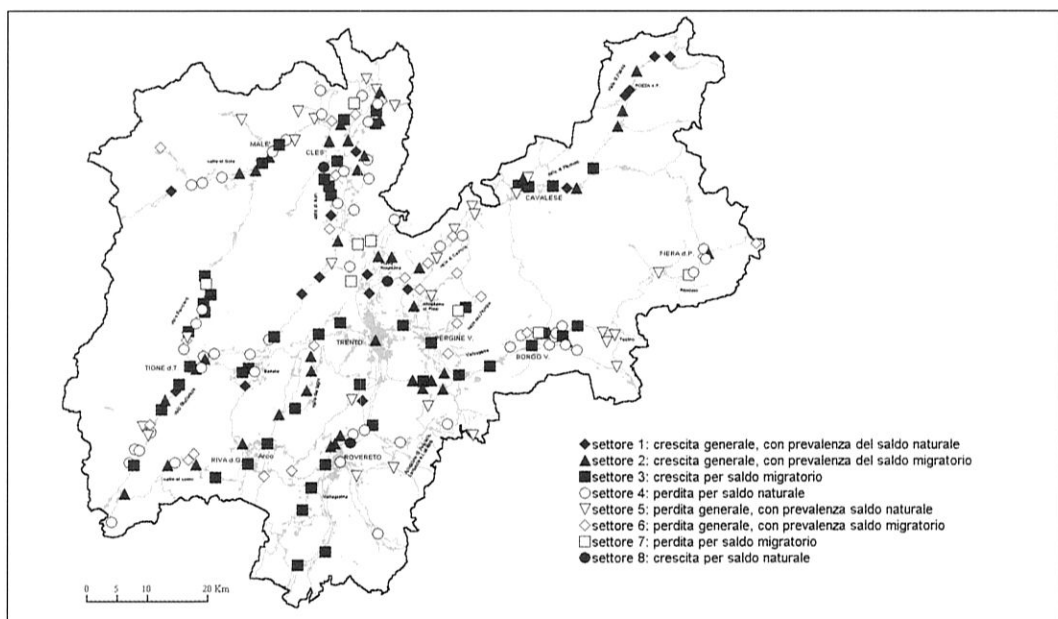



FIGURA 6) *Trentino: comuni secondo i saldi medi annui naturale e migratorio: anni '90.* Fonte: nostra elaborazione dati Pat – Servizio Statistica

migratoria si accompagna una ripresa di quella naturale. Il Trentino degli anni' 90, pertanto, si contraddistingue per una situazione nuova, di crescita demografica diffusa, che interessa praticamente tutti i sistemi vallivi anche quelli minori e periferici. Le poche situazioni di perdita riguardano i comuni più marginali, che presentano situazioni di declino demografico. La forte crescita del settore turistico, spesso integrato ad attività primarie ed anche secondarie, è la principale determinante dello sviluppo socioeconomiche delle aree che fino a pochi decenni risultavano in debito demografico (Pat 2001b e 2002).

In termini generali, negli ultimi decenni il Trentino ha conosciuto una crescita urbana piuttosto forte: se agli inizi degli anni 50 solo il 35% della popolazione viveva nell'insieme costituito dai due centri urbani maggiori e dai cinque centri medi (Riva d.G.-Arco, Pergine V., Mori, Ala e Levico T.), mentre il 65% risiedeva nei rimanenti centri con meno di 5.000 abitanti. Oggi la popolazione provinciale si divide in modo sostanzialmente equo fra i due insiemi di centri (vedi tabella 1).

Il quadro territoriale fin qui esposto, per quanto dettagliato, manca di un'importante variabile per l'analisi delle dinamiche demografiche in una regione montana. Infatti, sulla base dei dati e degli strumenti utilizzati, non è possibile rappresentare i movimenti demografici distinguendo il territorio trentino per zone altimetriche. Questa prospettiva di analisi è particolarmente importante, perché consentirebbe di meglio studiare l'evoluzione delle diverse comunità alpine, inquadrando le vicende montane nel più vasto fenomeno di trasformazione del mondo rurale conseguente ai processi di industrializzazione e di urbanizzazione, prima (Viazzo, 2001), e di terziarizzazione e controurbanizzazione poi.

Nei paragrafi successivi si procede verificando la possibilità di riclassificare i dati censuari (organizzati per sezioni di censimento) per fasce altimetriche attraverso particolari funzioni GIS.

4. L'area studio

Per semplificare le procedure di calcolo e di analisi del presente lavoro, si è deciso di limitare le procedure di riclassificazione dei dati ad un ambito territoriale meno esteso rispetto a quello provinciale. L'area di studio qui considerata comprende, pertanto, il sistema principale della Valle dell'Adige intorno a Trento e i sistemi minori di alcune valli laterali, quali la Valle di Cembra, la conca di Terlago, la Valle dei Laghi, la sella di Vattaro. Il dato oggetto di riclassificazione è quello della popolazione residente, in quanto al momento è l'unico disponibile fra quelli dell'ultimo censimento 2001. Gli strumenti GIS utilizzati sono illustrati in dettaglio nell'appendice metodologica.

I criteri di scelta dell'area di studio hanno riguardato alcuni importanti condizioni:

- la presenza di una significativa differenziazione altimetrica del territorio (da 175 m a 1675 m s.l.m.);
- la continuità di popolamento alle diverse altitudini e, pertanto, una signifi-

cativa presenza di insediamenti alle diverse quote;
- la coesistenza di dinamiche demografiche diversificate;
- l'assenza di elementi di disturbo legati ad attività turistiche. Tale scelta è giustificata dal fatto che il turismo ha influenzato le dinamiche demografiche in ambiente montano. Si è ritenuto di non prendere in considerazione comuni coinvolti da tale fenomeno per evitare la presenza di situazioni particolari all'interno dell'area. Per un'analoga ragione, si è deciso di escludere, dalle elaborazioni e dall'analisi, il dato della popolazione della città di Trento insediata nel fondovalle (non quindi quella relativa alle diverse frazioni e località di collina e montagna), in questo caso per evitare possibili distorsioni dovute all'eccessivo peso del centro urbano nei fenomeni demografici, soprattutto a livello locale.

L'area di studio presenta una complessiva situazione di crescita della popolazione che, nel corso degli ultimi trent'anni, si è concentrata nella valle dell'Adige, allargandosi via via dal centro urbano principale alle aree limitrofe, fino anche a rovesciare le condizioni di spopolamento delle zone più esterne, come nel caso della valle di Cembra. Queste dinamiche hanno comportato nel tempo la saturazione degli spazi di fondovalle a scapito delle località più difficilmente accessibili e situate alle altitudini più elevate, ed una successiva rivalutazione delle località della collina e dei terrazzamenti superiori più prossimi, spesso anche per lo sviluppo delle seconde case.

5. I dati e gli strumenti GIS

I dati utilizzati descrivono i due aspetti della realtà territoriale indagata che sono stati messi in relazione fra loro: la popolazione e le caratteristiche morfologiche del territorio.

Per quanto riguarda i primi, si è fatto riferimento ai censimenti dal 1951 al 2001, ed è stata utilizzata la base dati georeferenziata delle sezioni di censimento 2001, realizzata dal Servizio Statistica della Provincia Autonoma di Trento. Come primo passo, da questa sono state estratte le sezioni classificate come centro abitato e nucleo abitato, in quanto solamente a queste due tipologie di località abitate[4] è possibile attribuire il da-

[4] L'Istat definisce come località abitata "..un area più o meno vasta di territorio, conosciuta di norma con un nome proprio, sulla quale sono situate una o più case raggruppate o sparse". L'Istat definisce quindi tre tipologie di località abitate considerate agli effetti del Censimento: il centro abitato, il nucleo abitato, le case sparse. Il centro abitato viene definito come "..un aggregato di case contigue o vicine con interposte strade, piazze o simili, o comunque brevi soluzioni di continuità, caratterizzato dall'esistenza di servizi od esercizi pubblici (...) costituenti la condizione di una forma autonoma di vita sociale.." Il nucleo abitato viene definito come "..località abitata, priva del luogo di raccolta che caratterizza il centro abitato, costituita da un gruppo di case continue o vicine, con almeno cinque famiglie e con interposte strade, sentieri, spiazzi, aie, piccoli incolti e simili, purchè l'intervallo tra casa e casa non superi una trentina di metri e sia in ogni modo inferiore a quella intercorrente tra il nucleo

to della popolazione residente. Si è perso, pertanto, il dato della popolazione residente nelle cosiddette "case sparse" (che rappresenta, peraltro, una quota piuttosto piccola). Quindi, si è proceduto a riorganizzare i dati dei diversi censimenti (in parte disponibili su supporto cartaceo ed in parte su supporto informatico) sulla base delle entità territoriali corrispondenti alle sezioni di censimento del 2001, precedentemente estratte, in modo da poter disporre di una base dati georeferenziata coerente per l'intero arco di tempo considerato.

La morfologia del territorio, invece, è stata riprodotta attraverso il modello digitale del terreno (DTM) con risoluzione di 40 metri realizzato dal Sistema Informativo Ambiente e Territorio della Provincia Autonoma di Trento.

Le elaborazioni sono state effettuate con il GIS GRASS, sistema Open Source per la gestione ed elaborazione di informazioni territoriali, che dispone tra l'altro di potenti strumenti di algebra delle mappe. Le procedure utilizzate riguardano la rasterizzazione dei dati vettoriali relativi alle sezioni di censimento, la riclassificazione del DTM per suddividere la zona di studio in fasce di altimetria con passo 50 e la creazione automatica di report incrociati fra il DTM riclassificato e le mappe delle sezioni di censimento per ottenere la caratterizzazione di quest'ultime secondo la quota.

Si è scelto, quindi, di considerare per ciascuna unità cartografica la densità della popolazione presente, in modo da rendere più agevoli le successive elaborazioni su dati di tipo raster. Le mappe delle sezioni di censimento sono state quindi "rasterizzate" con la stessa risoluzione scelta per il modello digitale del terreno, pari a 40 metri. Il modello digitale del terreno è stato successivamente riclassificato in fasce di quota di 50 metri, unità di grandezza ritenuta funzionale alla interpretazione e alla rappresentazione dei dati successiva alla elaborazione. Le mappe delle sezioni di censimento sono state incrociate con il DTM riclassificato, ricavando un "report" di cui una parte e' riportata in figura 7.

La riorganizzazione di questo report e l'incrocio dei dati delle sezioni di censimenti con i dati della popolazione ai vari anni di censimento, effettuata con un foglio elettronico, ha permesso di ricavare gli andamenti della popolazione in funzione della quota nei diversi anni.

6. L'evoluzione della popolazione per fasce altimetriche

La procedura seguita consente di riclassificare la popolazione per fasce altimetriche e di leggere l'evoluzione del popolamento in funzione di categorie di analisi più strettamente geografiche. Assumendo come valore indice il dato al 1951, come nel grafico della fig. 7, è pos-

stesso e la più vicina delle case manifestatamente sparse". Per case sparse, infine, "si intendono quelle disseminate nel territorio comunale a distanza tale tra loro da non poter costituire nemmono un centro abitato". (ISTAT, 1991)

RASTER MAP CATEGORY REPORT				
LOCATION: trentino				Mon Apr 14 10:01:23 2003
REGION	north: 5130440	east: 1693480		
	south: 5083810	west: 1647100		
	res: 10	res: 10		
MASK: none				
MAPS: due.coistat (due.coistat in popolazione) dtm40m_51cats*50-25 (dtm40m_Dh50 in popolazione)				
Category Information #	description	square meters	hectares	% cover
2	1671001	649,900	64.99000	2.68
	225	649,900	64.99000	100.00
3	801001	52,000	5.20000	0.21
	525	600	0.06000	1.15
	575	38,500	3.85000	74.04
	625	12,900	1.29000	24.81

FIGURA 7(*Report delle coincidenze fra DTM riclassificato per fasce di 50 m. e sezioni di censimento.* Per ciascuna sezione di censimento, individuata dal rispettivo codice Istat, vengono riportate le quote centrali della fascia altimetrica interessata dalla superficie della sezione (es. 525 per le quote tra 500 e 550), nonchè la superficie della sezione ricadente nella fascia altimetrica in metri quadrati, ettari e percentuale.

sibile osservare come l'evoluzione demografica abbia seguito dinamiche differenti in relazione alle fasce altimetriche considerate.

Ad esempio, l'andamento relativo agli anni '50 (1951-1961) mostra una perdita di popolazione che si concentra sostanzialmente nella fascia altimetrica tra i 250 e i 750 metri (quella che è stata definita con i termine di bassa ed alta collina), mentre al di sopra dei 750m s.l.m. la popolazione rimane pressochè stabile. Tale dinamica sembra avvalorare l'ipotesi secondo la quale, in questo periodo, i sistemi socio-economici delle comunità alpine sono ancora prevalentemente "autosufficienti" rispetto ai più forti sistemi del fondovalle e della pianura, mentre i sistemi delle zone di collina, connessi al fondovalle da maggiori relazioni di complementarietà, sono più facilmenti messi in crisi dalla crescita urbana ed industriale della valle dell'Adige e della pianura più oltre.

L'andamento del dato relativo agli anni '60, evidenzia invece chiaramente l'av-

vio del fenomeno dello spopolamento delle fasce altimetriche più elevate. Il fenomeno si manifesta a partire dalle quote al di sopra dei 600 metri e coinvolge tutta la fascia della bassa e media montagna, raggiungendo il valore più elevato, pari al 14 %, sopra i 1.000 metri.

Tale situazione persiste ed anzi si accentua ulteriormente nei due decenni successivi, segnando forti perdite nella popolazione alle altitudini al di sopra dei 500 metri e, di contro, rilevanti incrementi nelle aree al di sotto di tale quota. Le zone di fondovalle sono quelle maggiormente investite dall'incremento di popolazione.

L'andamento relativo agli anni '90 (1991-2001), segnala un cambiamento di tendenza, seppur di modesta entità. Le aree alle altitudini più elevate, infatti, rilevano una flessione nella tendenza allo spopolamento che, pur assestandosi sempre su valori negativi, riporta una significativa attenuazione in termini assoluti. La situazione di crescita nelle aree di fondovalle, peraltro, permane ed anzi conosce un ulteriore accelerazione, portando la percentuale di crescita della popolazione al di sopra dell'80% dal 1951.

Infine, lo schema permette di cogliere un altro aspetto interessante. Si può infatti facilmente osservare nel corso degli anni lo spostamento della quota che segna l'inversione nell'andamento della popolazione: a partire dagli anni '70, in-

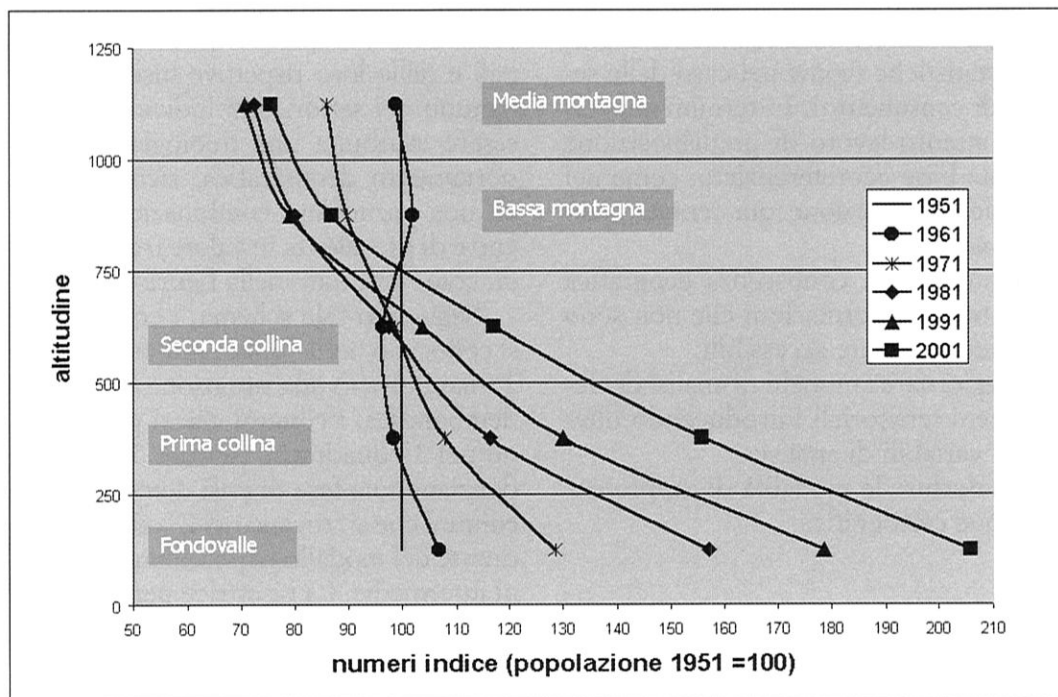



FIGURA 8) *Area studio: evoluzione della popolazione per fasce altimetriche.* Fonte: nostra elaborazione dati Pat – Servizio Statistica

fatti, la quota che segna il limite tra crescita e perdita demografica tende a alzarsi, passando dai 600 metri di altitudine del 1971 agli oltre 750 del 2001.

7. Conclusioni

L'esperienza operativa, maturata per la realizzazione del presente contributo, conferma l'importanza dei GIS nella produzione e diffusione di informazioni geografiche. Attraverso l'impiego di tali strumenti, infatti, si è visto come si possano riclassificare, secondo categorie geografiche più pertinenti alla natura del fenomeno oggetto di analisi, dati normalmente organizzati su basi territoriali di natura amministrativa (tipicamente i comuni) o funzionali a specifiche rilevazioni statistiche (come nel caso delle sezioni di censimento). In termini generali, un attento lavoro di predisposizione del data-base georeferenziato, come nel caso dell'applicazione qui tentata, può consentire:

- di integrare la conoscenza geografica con nuove informazioni che non sono immediatamente accessibili;
- di aggiornare i modelli di analisi dei fenomeni territoriali introducendo ulteriori variabili di analisi;
- di arricchire le modalità di rappresentazione cartografica.

Appendice metodologica

Il modello delle dinamiche demografiche

Il modello consente di caratterizzare l'evoluzione demografica di un comune sulla base della dinamica delle sue componenti strutturali: naturale e migratoria. I dati qui utilizzati fanno riferimento ai movimenti anagrafici dal 1972 al 2001. Tale arco temporale è stato scomposto in tre intervalli: anni '70 (1972-1981), anni '80 (1982-1991), anni '90 (1992-2001). Per ogni periodo, e per ogni comune, sono stati calcolati il saldo naturale ed il saldo migratorio medi (per mille abitanti). Quindi, riportando questi valori in un sistema di assi cartesiani (il saldo migratorio in ascissa e quello naturale in ordinata), è stato possibile attribuire ogni comune ad una specifica categoria di comportamento demografico, sulla base della posizione da questo assunta nel piano di riferimento. Infatti, il piano di riferimento può essere suddiviso in 8 settori, individuati dai quattro quadranti principali e dalle loro rispettive bisettrici. Ad ognuno dei settori così individuati, può essere attribuita una tipologia di comportamento demografica, riconducibile ad una particolare combinazione di segno e di prevalenza in valore tra i due saldi, come riportato nella figura qui sotto.

Seguendo tale schema, i comuni che si collocano nel 1° quadrante (settore 1 e 2) manifestano una situazione di crescita demografica, i comuni che si posizionano nel 3° quadrante (settore 5 e 6) evidenziano una fase di crisi demografica, i comuni che si trovano nel 2° ed il 4° quadrante del modello rispecchiano posizioni intermedie. La bisettrice per il 2° ed il 4° quadrante permette di distinguere due principali gruppi di comuni: al di sopra di essa si trovano infatti i comuni in crescita demografica, crescita che risulta tanto più intensa quanto più il punto di

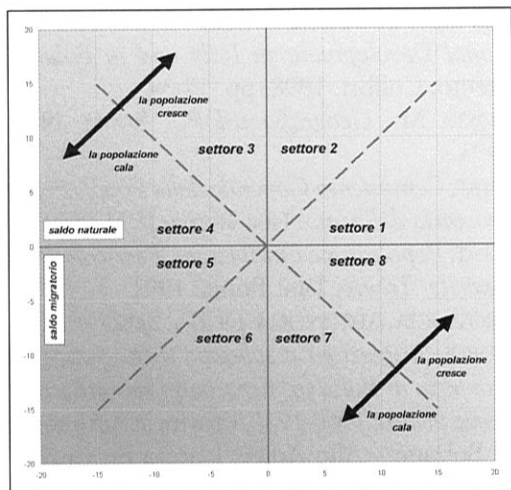



Figura 9) *Il modello delle dinamiche demografiche.* Fonte: nostra elaborazione da Provincia Autonoma di Bolzano – Alto Adige, 2000

FIGURA 10) *Trentino: comuni secondo i saldi medi annui naturale e migratorio – anni '70.* Fonte: nostra elaborazione dati Pat – Servizio Statistica

distanzia dalla bisettrice, al di sotto di essa si collocano i comuni in perdita demografica (anche in questo caso la perdita è tanto più significativa quanto più il punto è distante dalla bisettrice stessa).

FIGURA 11) *Trentino: comuni secondo i saldi medi annui naturale e migratorio – anni '80.* Fonte: nostra elaborazione dati Pat – Servizio Statistica

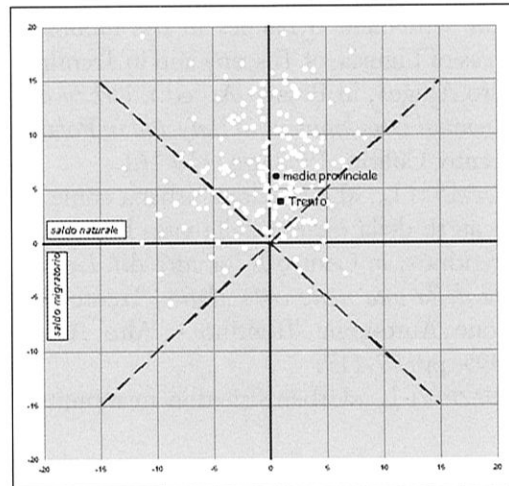



FIGURA 12) *Trentino: comuni secondo i saldi medi annui naturale e migratorio – anni '90.* Fonte: nostra elaborazione dati Pat – Servizio Statistica

La bisettrice tra il 1° ed il 3° quadrante permette di cogliere infine la prevalenza della componente naturale o migratoria all'interno dei fenomeni osservati.

La disposizione della nuvola dei punti

consente quindi di valutare immediatamente l'andamento demografico nel suo complesso all'interno del decennio considerato. Inoltre, la lettura dei grafici relativi ai successivi decenni, fornisce una visione diacronica dei fenomeno, evidenziandone tendenze e linee evolutive. In aggiunta, concentrando l'attenzione su un unico comune si può osservarne l'evoluzione lungo tutto l'arco temporale considerato, misurando direttamente lo spostamento attraverso la lunghezza e le direzione della traiettoria seguita.

Bibliografia

BESANA A., LAZZERONI M. E PRIMI A., «Recent settlement dynamics in the mountain areas of Liguria, of Tuscany and in Trentino-Alto Adige», in Besana A. (ed.), *Urban and Regional Development in Italy and in Poland*, Trento, Colibrì, 1998, pp. 119-161.

BUZZETTI L., «La funzione urbana come indicatore della qualità della vita. Il caso del Trentino», in Contro R. (a cura di), *La qualità della vita nelle città alpine*, Trento, Regione Autonoma Trentino – Alto Adige, 1995, pp. 77-119.

BUZZETTI L. «Urban function in mountain regions», in Besana A. (ed.), *Urban and Regional Development in Italy and in Poland*, Trento, Colibrì, 1998, pp. 17-34.

COSTA M., *Geografia col PC*, Roma, NIS, 1993.

ISTAT, *Censimento Generale della Popolazione, Provincia di Trento,* Istat Roma, 1951-2001.

ISTAT, *Popolazione e abitazioni. Fascicolo Provinciale. Trento,* Istat Roma, 1991.

PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO – ALTO ADIGE, *Migrazioni e sviluppo demografico in provincia di Bolzano. Esperienze recenti e tendenze in atto. 1960-1977*, Provincia Autonoma di Bolzano – Alto Adige, Istituto Provinciale di Statistica, ASTAT, Bolzano, 2000.

PAT, *Evoluzione della struttura demografica in provincia di Trento dal 1961 al 2030*, Trento, Provincia Autonoma di Trento - Servizio Statistica, 1998.

PAT, *Annuario statistico*, Trento, Provincia Autonoma di Trento - Servizio Statistica, 2001a.

PAT, *Rapporto sulla situazione economica e sociale del Trentino*, , Provincia Autonoma di Trento - Servizio Statistica, 2001b.

PAT, *Programma di sviluppo provinciale per la XII legislatura*, Trento, 2002.

RUOCCO D. (a cura di), *Le Alpi*, Bologna, Pàtron, 1990.

VIAZZO P., *Comunità alpine. Ambiente, popolazione, struttura sociale nelle Alpi dal XVI secolo ad oggi*, Roma, Carocci Ed., 2001.

LA CARTOGRAFIA DELLA F.I.S.O. – FEDERAZIONE ITALIANA SPORT ORIENTAMENTO

Augusto Cavazzani, Alessandro Garofalo

L'organizzazione sportiva

Sapersi orientare in spazi disabitati, in un ambiente dalle caratteristiche fortemente naturali, dove le doti di autosufficienza sono la garanzia per sopravvivere, è la sfida che gli uomini del Nord Europa lanciano all'ambiente che li circonda. Lo Sport dell'Orientamento, od Orienteering, ha infatti il suo battesimo in Norvegia, nel giugno 1897, quando si svolge la prima gara di questo nuovo sport. Lo sviluppo avviene nella prima metà del 1900, in Svezia e Finlandia, poi dalla Scandinavia si espande all'Europa centrale e di seguito verso tutto il resto del mondo. Nel 1959 viene fondata la I.O.F. – International Orienteering Federation, organismo che disciplina questo sport a livello mondiale.

In Italia l'Orienteering approda nel 1974, attraverso l'esperienza sportiva di Wladimir Pacl, rifugiato in Trentino dopo la primavera di Praga e contemporaneamente conosciuto da alcuni ricercatori dell'Enea di Bracciano che lo provano durante un soggiorno di lavoro in Scandinavia. La pratica dell'Orienteering in Italia è comunque precedente a questa data, ma viene svolta solamente in ambito militare. Un ufficiale superiore degli alpini, Francesco Vida, che aveva avuto modo di praticarlo in Svezia durante una missione per la partecipazione a gare sciistiche militari, rimane entusiasta di questa disciplina tanto da inserirla nelle attività del IV Comando territoriale in Alto Adige, dove si disputa nel 1951 una prima gara al lago di Monticolo presso Bolzano.

Il movimento degli orientisti si struttura dapprima in Comitato ed in seguito, nel 1986 con il nome di Federazione Italiana Sport Orientamento, viene riconosciuto ufficialmente dal Comitato Olimpico Nazionale Italiano, ricevendo così il crisma di vera e propria disciplina sportiva.

Con l'avvento dei primi Campionati del Mondo di Corsa Orientamento, tenuti nel 1966 in Finlandia, nasce anche l'esigenza di uniformare in tutto il mondo la cartografia necessaria alla pratica di questa disciplina sportiva.

Lo Sport Orientamento

Le regole dello Sport Orientamento prevedono che il concorrente transiti da

un certo numero di posti di controllo, a lui sconosciuti fino al momento della partenza, nel minor tempo possibile, portando al traguardo un documento (ora anche elettronico) che certifichi il corretto passaggio da tutti i punti. La strada da scegliere per raggiungere i punti di controllo è libera e l'unico ausilio dato al concorrente è la carta topografica e la bussola per orientarla.

L'Orienteering si pratica in quattro differenti discipline: Corsa Orientamento, Sci Orientamento, Mountain Bike Orientamento, Orientamento di Precisione, quest'ultima dedicata ai diversamente abili, sia motori che psichici; per questa disciplina il fattore tempo non è discriminante: prevale la precisione nel riconoscere i diversi dettagli riportati in carta. Tutte quattro le discipline si avvalgono di cartografia con caratteristiche di base identiche, anche se con alcuni particolari specifici. L'Orienteering in Italia è praticato in età compresa dai 10 agli 80 anni, con la divisione in diverse categorie, che prevedono percorsi adatti, sia come difficoltà tecnica, che come impegno fisico, alle diverse fasce di età.

La cartografia d'Orientamento

La scala e l'equidistanza

Il rapporto di riduzione delle carte d'Orientamento è uniformato in tutto il mondo alla scala 1:15.000, con la possibilità di utilizzare ingrandimenti per facilitare la lettura alle categorie dei più giovani e dei più vecchi o per particolari formule di gara. L'equidistanza è sempre non superiore ai 5 metri. In origine la scala di rappresentazione delle carte era 1:25.000 o 1:20.000, ma l'esperienza maturata negli anni e le esigenze tecniche di gara hanno portato alla scelta definitiva del 1:15.000. Si tratta di una soluzione di compromesso tra leggibilità della carta, riferita alla densità degli elementi che essa contiene e l'esigenza di dover inserire moltissimi dettagli indispensabili sia alla posa dei punti di controllo, che alla precisa navigazione sul terreno.

La bussola

La bussola, che presenta modelli studiati appositamente per la pratica dell'Orienteering sportivo, viene usata sia per orientare la carta, che per individuare la direzione di corsa. Per questo motivo le carte per questo sport sono orientate verso il nord magnetico e non verso il nord geografico, contrariamente a come avviene per la cartografia tradizionale.

La base d'inquadramento

Per la realizzazione delle carte d'Orientamento vengono utilizzate, quali basi per l'inquadramento generale, le Carte Tecniche Regionali alla scala 1:5.000. Dove queste non siano disponibili, o dove non vi sia aggiornamento sufficiente, oppure quando si presenti l'opportunità tecnica, vengono approntate carte aerofotogrammetriche, restituite appositamente da ditte specializzate nella produzione per l'Orienteering.

Come è noto, in territori densamente alberati, come boschi e foreste, territori d'elezione per la pratica dell'Orienteering, il riconoscimento da foto aerea dei particolari più minuti che non "bucano" la vegetazione soprastante, è pressoché

impossibile. Le carte d'Orientamento riportano particolari del terreno anche molto piccoli, di difficile individuazione nel contesto del territorio cartografato, utili per la predisposizione dei percorsi più tecnici. Per creare condizioni di parità tra tutti i concorrenti in gara, elemento fondamentale per una competizione sportiva, è necessario che questi siano inseriti in carta con la massima precisione concessa dalle tecniche di rilievo e di disegno.

Il lavoro di campagna

L'uso che viene fatto della carta d'Orientamento, in continua relazione terreno-rappresentazione, comporta il preciso e puntuale inserimento in carta di tutti i particolari del territorio, necessari a permettere la cosciente scelta di percorso da un punto di controllo all'altro. Per questo motivo è indispensabile che l'area da mappare venga percorsa dal cartografo palmo a palmo, al fine di poter indicare quali ostacoli, di tipo naturale od artificiale, possano influenzare la scelta di un percorso rispetto ad un altro. Oppure quali linee di conduzione siano più convenienti da seguire per avvicinarsi più velocemente al punto di controllo. Questo lavoro è di fondamentale importanza ed occupa il cartografo, che deve essere necessariamente un esperto orientista sportivo, in un impegno temporale assai cospicuo e spesso disagevole, nonostante si venga gratificati dalla bellezza dei luoghi dove si opera. Mediamente, per la ricognizione di 1 chilometro quadrato di terreno, occorrono 6/7 giornate di lavoro.

Il cartografo orientista lavora abitualmente in solitudine ed in ambiente prevalentemente boscoso. Per questi motivi non utilizza apparecchiature di alta precisione, che comporterebbero la presenza di più operatori, la necessità di ampie vedute, e l'assenza di fattori di "disturbo" quali, ad esempio, i fusti e le chiome degli alberi. Inoltre la precisione cartografica richiesta da un concorrente che corre nel bosco, armato di sola bussola, permette che vi siano errori di misurazione e di disegno ammessi in una tolleranza di + / – 5 metri.

La tecnica di rilevamento di una carta per Orienteering, è quella della triangolazione, che viene effettuata con la bussola e della misurazione delle distanze, che viene fatta a passi. Gli angoli e le distanze misurati con queste tecniche, se riportati con precisione e su distanze relativamente brevi, permettono di realizzare carte di alta precisione e qualità, con tolleranza compresa nei valori prima indicati.

La scelta degli oggetti da inserire in carta è dettata dalla loro reale importanza nell'essere utilizzati per la navigazione sul terreno e dalla grandezza degli stessi. Alcune categorie di oggetti vengono segnati in carta solamente se superano una minima misura convenzionale.

Nell'Orienteering è data grande importanza all'interpretazione della morfologia del terreno attraverso le isoipse. I movimenti del terreno vengono rappresentati con equidistanza di 5 metri, nonostante la scala della carta sia di 1:15.000. Largo uso viene fatto anche di curve di livello ausiliarie, inferiori ai 5 metri di equidistanza. All'interno delle regole sulla generalizzazione dei partico-

lari cartografici, si cerca di rappresentare ogni minimo movimento del terreno, utile elemento di informazione nella scelta di percorso o di posizionamento del punto di controllo.

La superficie di territorio utilizzata per una competizione di Orienteering è assai variabile, ma generalmente è compresa tra i quattro e gli otto chilometri quadrati. Una carta troppo grande è poco maneggevole durante una gara di corsa nel bosco e se è troppo piccola non soddisfa le esigenze dei percorsi delle categorie maggiori.

Il disegno

Terminato l'impegno di campagna, il cartografo passa al disegno della carta, che prevede oramai largamente l'utilizzo del computer. Tra i diversi programmi di disegno, se ne distingue specialmente uno, approntato specificamente per la produzione di carte per Orienteering e abbondantemente utilizzato in tutto il mondo (è tradotto in sette lingue diverse).

L'utilizzo dell'informatica permette una migliore divulgazione delle direttive che riguardano il disegno della simbologia delle carte d'Orientamento.

La Federazione Italiana ha adottato le disposizioni internazionali, che prevedono la classificazione degli elementi cartografici in 6 colori più uno, il bianco del foglio su cui viene stampata la carta e la presenza di circa 130 simboli diversi.

La simbologia cartografica

Colore fondamentale per una carta di Orienteering è il bianco, che rappresenta le aree coperte di vegetazione ed ottimamente transitabili. Anche il verde viene utilizzato per indicare le aree alberate, ma serve per classificarne la percorribilità: più intenso è il tono del colore, più è lenta la velocità di attraversamento del bosco. Il giallo indica le aree aperte o semiaperte, dove gli alberi sono sufficientemente radi da non essere classificabili come bosco. Con il blu si rappresentano le acque e gli oggetti che hanno a che fare con questo elemento. Con il colore nero vengono rappresentate le opere dell'uomo e tutti i dettagli che riguardano il mondo minerale, quali rocce e sassi. Il marrone serve per mostrare i movimenti del terreno, attraverso il disegno delle isoipse e di alcuni altri simboli appositamente scelti. Infine con il violetto viene indicato il percorso di gara: un triangolo segna il punto di partenza, un doppio cerchio concentrico segna l'arrivo ed un cerchietto numerato indica il punto di controllo, materializzato sul terreno dalla cosiddetta "lanterna", parallelepipedo a base triangolare, di stoffa, di colore bianco-arancio.

Un ampio panorama di simboli, colorati a seconda dell'ambito di riferimento appena esposto, indica oggetti di carattere puntiforme o lineare, classificati con precisione al fine di poter essere riconosciuti nell'avanzamento sul terreno e presi come riferimento per le scelte di percorso.

Salvo poche eccezioni, riguardanti problematiche locali di rappresentazione di alcuni oggetti, la simbologia cartografica in uso nel movimento dell'Orienteering è la stessa in tutto il mondo. Se si escludono i testi a corredo delle carte, che caratterizzano le diverse nazionalità di origine, tutte le informazioni riguardanti i territori cartografati di tutto il

mondo, sono perfettamente leggibili da chiunque abbia dimestichezza con questo tipo di cartografia, indipendentemente dalla lingua d'origine o dalla nazione di provenienza. Inoltre le carte per Orienteering, all'interno della rappresentazione cartografica, non riportano scritte e possono essere definite carte mute.

L'omologazione

Al fine di ottenere la concessione ad organizzare manifestazioni sportive a carattere internazionale e nazionale, è richiesto che la carta per Orienteering venga controllata nella qualità di rilievo del terreno e di disegno. Questo controllo, definito omologazione, viene esercitato da incaricati della Federazione nazionale, o con la supervisione di controllori internazionali per le manifestazioni sportive di competenza, che rilasciano un marchio al quale viene assegnato un numero progressivo.

L'omologazione attribuisce alle carte per Orienteering lo status di impianto sportivo, paragonabile ad un campo di calcio, da tennis, o ad una piscina, purché abbiano le caratteristiche (misure) adatte alla pratica agonistica dello sport per il quale sono stati costruiti. In Italia la numerazione degli impianti sportivi omologati ha quasi raggiunto la quota di 400 ed almeno altrettanti sono stati prodotti senza la richiesta di omologazione, per uso didattico dello sport o perché ricoprenti superfici di territorio troppo limitate per soddisfare le esigenze organizzative di eventi di importanza almeno nazionale.

L'omologatore agisce seguendo una prassi di lavoro preventivamente definita, su aree campione dalle caratteristiche non omogenee, verificando la relazione tra gli oggetti cartografati, sia in termini di distanza, che di altimetria, che di azimut. Verifica la rispondenza nella selezione del grado di percorribilità delle zone indicate con il colore verde; la precisa interpretazione dei movimenti del terreno e la leggibilità generale della carta, riferita alla generalizzazione degli oggetti contenuti.

Dopo aver concluso queste verifiche, l'omologatore rilascia l'autorizzazione alla stampa della carta, che avviene con le metodologie tipografiche tradizionali: stampa di 6 colori pantone separati; per talune carte può avvenire in quadricromia; in altri casi ancora attraverso le più moderne tecniche di copiatura da file con stampanti laser a colori.

Dove trovarla

La carta topografica stampata è di proprietà dell'ente che ne cura le diverse fasi di realizzazione. Si tratta principalmente delle Società sportive affiliate alla Federazione, ma anche altre istituzioni, quali Comprensori, Comunità montane, Enti Parco, Aziende di promozione Turistica, Scuole, ecc. che vedono in questo strumento un valido supporto alle attività da esse promosse.

Reperire le carte per Orienteering non è sempre agevole, in quanto raramente sono messe in vendita attraverso gli abituali canali di distribuzione in libreria. Normalmente devono essere richieste presso l'ente produttore o contattando gli organi periferici della Federazione i cui indirizzi, anche di posta elettronica, possono essere trovati sul sito www.fiso.it.

Bollettino dell'A.I.C., n. 117-118-119 / 2003

CARTOGRAFIA ESCURSIONISTICA TRADIZIONALE VERSUS NUOVE TECNOLOGIE GEOGRAFICHE. PROBLEMI E PROSPETTIVE

Giuseppe Borruso (*)

(*) Dipartimento di Scienze Geografiche e Storiche
Sezione di Geografia Economica e Politica del Territorio - Università degli Studi di Trieste

Cartografia escursionistica tradizionale

La cartografia escursionistica rappresenta un mezzo fondamentale per l'orientamento in ambiente montano sia per la pratica dell'escursionismo come attività ricreativa sia per le altre attività legate alla montagna, quali ad esempio la gestione forestale, i servizi di soccorso e la gestione delle emergenze (ARCOZZI, 2002). Queste diverse tipologie di utenze necessitano infatti di una base cartografica dettagliata e aggiornata per mezzo della quale muoversi con facilità nell'ambiente montano. L'indicazione dell'idrografia, dei geositi (LAURETI, 1989, 2002), dei rifugi e della sentieristica minore, oltre che degli itinerari tracciati per raggiungere determinati luoghi e punti panoramici, consentono agli utenti di orientarsi e di determinare la propria posizione sulla carta. La determinazione della propria posizione sulla carta avviene per mezzo del confronto visivo tra il territorio circostante e la morfologia simbolica riportata sulla carta. Proprio questo confronto rappresenta il punto debole di questo processo di riconoscimento della propria posizione (CAPORALI, 2002), cui il ricorso a certe tecnologie oggi disponibili può porre un rimedio, come vedremo.

La carta escursionistica rappresenta un caso particolare di cartografia tematica (SESTINI, 1980) e come tutte le rappresentazioni di tipo cartografico è ridotta, simbolica e approssimata (CAPELLO, 1968). Essa deve presentare quelle caratteristiche di completezza nella rappresentazione dei dati geografici che sono proprie delle carte di base (PAPOTTI, 2002) e allo stesso tempo rispondere al taglio informativo particolare richiesto per l'orientamento e la guida in zone montane e contenere quindi i tematismi propri della cartografia escursionistica. Oltre agli elementi tipici della cartografia di base andranno dunque inseriti ed evidenziati, con simbolismo apposito, quei tematismi che aiuteranno l'escursionista a muoversi nell'ambiente montano.

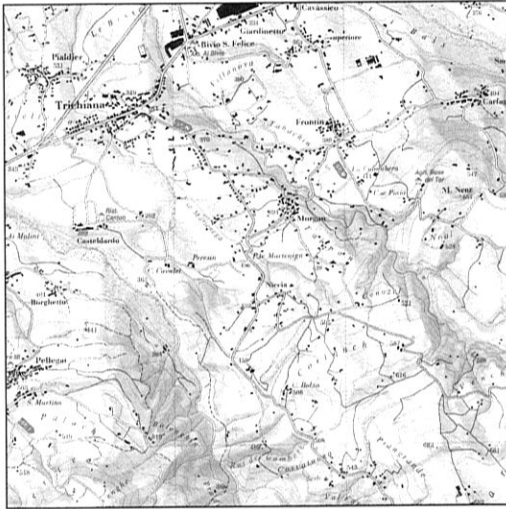
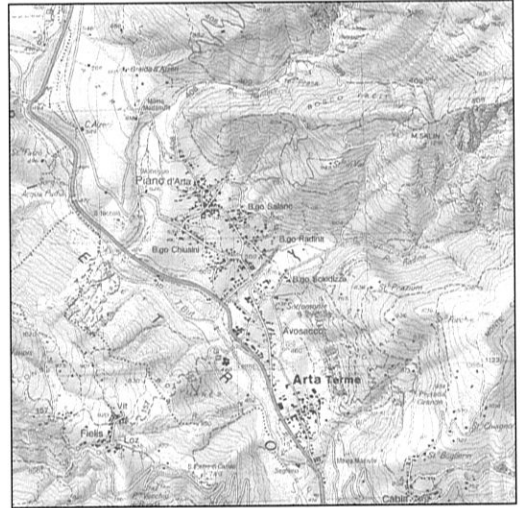
La cartografia escursionistica attualmente disponibile nel nostro Paese è solitamente prodotta a partire dalla cartografia di base dell'IGM in scala 1:25.000

a)

b)

FIGURA 1) *Esempi di cartografia escursionistica 1:25.000: a) Edizione Lagiralpina; b) Edizione Tabacco*

e dalle Carte Tecniche Regionali alle scale 1:5.000 e 1:10.000. Da queste basi di partenza vengono redatte le diverse carte escursionistiche, nelle scale più diffuse 1:25.000 e 1:50.000. Queste vengono prodotte sia per l'escursionismo di tipo estivo che per quello invernale, con l'indicazione dei tematismi via via più idonei al particolare ambito (es. sentieri escursionistici estivi piuttosto che piste da sci alpino e nordico). Per quanto riguarda la cartografia escursionistica alpina, l'offerta da parte dei produttori è oramai alquanto vasta, pur mancando degli standard nella redazione delle carte, concernenti soprattutto la simbologia da utilizzare, l'indicazione dei geositi e dei diversi destinatari cui la carta può essere rivolta. A fianco all'indicazione di rifugi, impianti di risalita, parchi alpini, sentieri escursionistici e attrezzati, toponomastica e viabilità, vi può essere la segnalazione di spazi adibiti ad altri sport, quali ad esempio i percorsi ciclistici, punti di noleggio di attrezzatura, ecc.

Le diverse cartografie prodotte inoltre presentano differenza, oltre che grafiche, anche nel riportare i reticolati di riferimento. Le produzioni più recenti riportano il reticolato chilometrico UTM nei due fusi che caratterizzano il territorio italiano[1], e tra queste ricordiamo le

[1] Alcune località dolomitiche, tra cui Cortina d'Ampezzo, si trovano nella fascia di sovrapposizione tra i due fusi 32 e 33 del sistema UTM. In questo caso, anziché riportare i due reticolati sovrapposti come nelle carte di base, i due reticolati si alternano superato il meridiano di 12° di separazione tra i due fusi.

carte Tabacco più recenti, mentre in altri casi viene indicato il reticolato geografico, come nel caso delle carte Lagiralpina (v. Fig. 1, a e b). In altri casi ancora un reticolato viene segnato in modo da dividere la carta semplicemente in quadranti, senza riferimenti geografici assoluti.

Tecnologie geografiche al servizio dell'escursionismo

La carta escursionistica si presenta come un mezzo di comunicazione che richiede di essere intrepretato da parte dell'utente e che fornisce - necessariamente e come tutte le carte - un ammontare di informazioni geografiche limitato e semplificato.

Ci si chiede a questo punto se sia possibile andare oltre a un tipo di comunicazione tra carta e utilizzatore di tipo tradizionale. In particolare ci si domanda come la carta si potrà evolvere e trasformare in un mezzo di comunicazione aggiornato e aggiornabile, sulla quale poter determinare con facilità la propria posizione e quella degli elementi geografici rilevanti e che consenta altresì di ottenere informazioni non direttamente e immediatamente presenti su di essa. Tale strumento dovrebbe permettere inoltre di aiutare a risolvere situazioni di emergenza, comunicando la posizione dell'escursionista a servizi di soccorso. Risultati di questo tipo potranno essere ottenuti per mezzo dell'integrazione, da una parte di tecnologie di tipo geografico, e dall'altra di quelle connesse alle telecomunicazioni mobili. Ciò al fine di raggiungere il doppio obiettivo di georiferire la posizione dell'utente escursionista e quello di ricevere informazioni aggiornate da fonti esterne o, in caso di necessità, trasmettere la propria posizione. Un altro tipo di considerazione riguarda lo strumento che dovrà ospitare questa integrazione tra tecnologie diverse. Necessariamente si tratterà di un dispositivo di tipo portatile che possa consentire la visualizzazione delle informazioni richieste, sfruttando diversi canali di comunicazione, ma non discostandosi troppo dalla rappresentazione cartografica escursionistica cui si è abituati.

Posizionamento e navigazione: GPS e cartografia digitale

Un primo esempio di possibili integrazioni tra strumenti di tipo geografico al servizio degli escursionisti è rappresentato dall'accoppiamento di GPS (*Global Positioning System*) e cartografia di tipo tradizionale. Si tratta di una pratica oggi alla portata della maggior parte degli escursionisti e degli altri utenti. Rappresenta inoltre il gradino iniziale per tutta una serie di processi di integrazione tra sistemi geografici tradizionali e moderni. Per mezzo dei ricevitori GPS è, infatti, possibile determinare con precisione la propria posizione e riportarla sulla carta. Ciò si rivela particolarmente utile non soltanto per il tempo libero, riducendo i problemi legati al proprio posizionamento sulla carta, ma diventa ormai quasi indispensabile per tutte le applicazioni connesse ai servizi di soccorso e di pronto intervento.

Con il GPS la posizione del ricevitore è determinata per mezzo del segnale pro-

veniente da una costellazione di 24 satelliti artificiali in orbita attorno alla terra. Il segnale inviato da almeno quattro satelliti (che contiene la posizione del satellite rispetto a un sistema di riferimento geocentrico) serve per triangolare la posizione del ricevitore sulla superficie terrestre. Si tratta di un sistema di posizionamento assoluto, in quanto la nuova posizione è determinata ogni volta *ex novo* e non dipende da osservazioni precedenti.

La posizione del ricevitore è resa sotto forma di coordinate, espresse come latitudine/longitudine e quota, o nelle proiezioni cartografiche piane più diffuse. La precisione planimetrica garantita dal GPS è dell'ordine di 10-15 metri, corrispondente, sulle carte in scala 1:25.000, a circa mezzo millimetro, non troppo distante dall'errore di graficismo, e quindi accettabile (CAPORALI).

Per quanto riguarda l'utilizzo del GPS per scopi turistici ed escursionistici, il mercato offre una gamma oramai molto vasta, e disponibile a prezzi accessibili, di ricevitori portatili palmari, caratterizzati da peso, dimensioni e costi non dissimili da quelli dei telefoni cellulari. Le funzioni consentite da questi strumenti comprendono la determinazione della posizione in una varietà di sistemi di riferimento, l'orientamento (funzioni di bussola), la visualizzazione della propria posizione su di una cartografia semplificata e la determinazione e visualizzazione dei cosiddetti *waypoints*, punti di coordinate note che possono essere memorizzati nell'apparecchio ricevitore e fungere da punti di riferimento per il percorso scelto. L'utilizzo di tali sistemi è oramai molto diffuso non soltanto nella navigazione da diporto ma anche nell'escursionismo montano, a piedi o in bicicletta.

Già oggi dunque è possibile una facile integrazione tra cartografia di tipo cartaceo-tradizionale e il GPS quale nuova tecnologia alla portata dell'escursionista. Grazie alla diffusione di cartografia escursionistica dotata di reticolato geografico e/o chilometrico, non è difficile per l'escursionista riportare sulla carta la posizione determinata con il GPS. Problemi nell'utilizzo del GPS in zone montane possono manifestarsi nel caso in cui il ricevitore si trovi in condizioni di scarsa visibilità dai satelliti, ad esempio all'interno di gole o 'all'ombra' di monti molto alti. In questi casi, la ricezione del segnale, e la conseguente determinazione della posizione, può risultare difficoltosa. Il software cartografico solitamente fornito con i ricevitori GPS palmari è ancora di tipo molto semplificato e si presta poco ad essere utilizzato in sostituzione alla cartografia escursionistica tradizionale. Vi sarebbe pertanto spazio per una cartografia digitale escursionistica simile a quella tradizionale e caratterizzata da un livello di dettaglio che consenta l'orientamento e il cammino in ambiente montano.

Per quanto riguarda la parte cartografica, a tutt'oggi sono pochi i produttori di carte escursionistiche che iniziano a offrire anche prodotti digitali su CD-ROM contenenti cartografia digitale e guide turisitiche associate, con la possibilità di interfacciarsi con i GPS palmari. La Kompass tra le altre sta iniziando la distribuzione di questi prodotti, mentre altre non offrono ancora carte escursionistiche in formato digitale. Proposte concrete da parte dei produttori di car-

tografia escursionistica sono comunque attese nel prossimo futuro. Su una cartografia di questo tipo è possibile definire un itinerario prescelto, con possibilità di stampare la zona di proprio interesse e di caricarla sul navigatore GPS.

Il ricorso a una cartografia digitale accurata e dettagliata, prodotta con gli stessi standard qualitativi della tradizionale, può portare a una parziale risoluzione di problemi connessi all'aggiornamento dei dati e a una maggiore fruizione del prodotto cartografico stesso. Il processo di aggiornamento può diventare continuo e, una volta costituita la carta, il rivenditore può distribuire solo gli aggiornamenti della cartografia, come già avviene per i sistemi di navigazione automobilistici. Per quanto riguarda il valore aggiunto da proporre all'utente, vi è la necessità di passare, almeno per certi elementi, da una carta digitale (semplificata) a vere e proprie banche dati geografiche: in questo modo andrebbero definiti oggetti geografici ben definiti quali rifugi, tracciati, viabilità, punti d'interesse, uffici informazioni, ecc. Tali elementi dovrebbero possedere una struttura di tipo topologico ed essere associati a dati di tipo attributo. In questo modo si renderebbero possibili operazioni comuni all'interno di sistemi GIS tradizionali, quali interrogazioni della banca dati geografica in base alle caratteristiche spaziali dei dati stessi (es. "trova i rifugi entro 500m dal tracciato") o in base alle caratteristiche degli attributi ("es. trova i rifugi aperti nel mese di maggio"). L'integrazione tra GPS e cartografia digitale consente una prima evoluzione verso un'interazione maggiore tra utente e cartografia: questi può, infatti, facilmente localizzarsi sulla carta e scegliere il contenuto informativo da richiamare sulla stessa.

Reti di telecomunicazione e Internet

Può sembrare strano che le reti di telecomunicazione, e in particolare le reti di telefonia mobile, siano considerate qui assieme alle tecnologie geografiche, e lo stesso discorso può valere per Internet. Per quanto riguarda l'argomento affrontato in realtà queste due tecnologie diventano molto importanti per integrare strumenti propriamente geografici all'interno di un sistema più ampio, con il quale trasmettere dati e informazioni all'utente e grazie al quale limitare, ove possibile, certi problemi legati a situazioni di emergenza in zone montane.

Per mezzo delle reti di telefonia mobile è possibile determinare la posizione di un ricevitore (cioè di un telefono mobile in questo caso), tramite dei procedimenti di triangolazione tra antenne o per mezzo del numero identificativo della cella. La precisione consentita è però inferiore a quella del GPS. La localizzazione per mezzo della rete di telefonia mobile può essere utile tuttavia in caso di mancanza di ricevitore GPS o in caso di ridotta copertura satellitare.

La rete di telefonia mobile è utilizzata, come vedremo nell'analisi di alcuni casi applicativi, per la trasmissione di dati, sia verso il ricevente, cioè l'escursionista, sia dal ricevente, ad esempio le coordinate relative alla sua posizione o una richiesta di soccorso. Il problema che ancora attanaglia questo lato del sistema è quello della copertura della rete di telefonia mobile nelle zone montane. Dove

vi sia assenza di segnale non è possibile questo scambio di dati nei due sensi.

Non è una novità inoltre che, per mezzo della rete di telefonia mobile, sia possibile accedere a servizi che sfruttano Internet: gli esempi più noti sono la consultazione della posta elettronica, l'accesso a particolari siti Web contenenti notizie di cronaca o guide turistiche di una particolare località. Sfruttando lo stesso principio diventerebbe quindi possibile accedere a particolari servizi, forniti per mezzo di siti Internet, studiati apposta per la pratica escursionistica.

Con l'aggiunta di queste due tecnologie, le telecomunicazioni senza filo e Internet, agli strumenti geografici quali il GPS e la cartografia digitale, si passa dunque idealmente da un sistema di tipo *stand-alone*, in cui l'utente agisce da solo seppur supportato da tecnologia geografica moderna, ad un sistema di tipo *client-server* dove l'utente con il suo apparecchio di tipo palmare è inserito all'interno di un sistema più ampio e integrato che gli consente di comunicare con l'esterno, da cui può ricevere informazioni e a cui può richiedere supporto.

Servizi basati sulla posizione

In termini generali negli ultimi anni si sta parlando di LBS (*Location Based Services*), o servizi basati sulla posizione della persona. Si tratta di tutta una famiglia di applicazioni e soluzioni tecnologiche che sfruttano l'integrazione tra tecnologie di tipo geografico-posizionale, quali ad esempio il GPS e le banche dati geografiche (GIS), e quelle di telecomunicazioni, nel caso più classico GSM (*Global System for Mobile Communication*) e GPRS (*General Packet Radio Service*) allo stato attuale e UMTS (*Universal Mobile Transmission System*) nel futuro più prossimo (e già oggi disponibile all'interno di alcune aree urbane). La filosofia alla base degli LBS è quella di fornire a utenti dotati di un apparecchio mobile servizi a valore aggiunto basati sulla posizione dell'utente: informazioni navigazionali e turistiche in una città sconosciuta, informazioni meteorologiche, sui trasporti, servizi di pubblica utilità, ristoranti, ecc. Per applicazioni 'urbane' la componente geografica (e cartografica) in tali sistemi non è necessariamente manifesta, data anche la difficoltà a rappresentare una cartografia sullo schermo di apparecchi mobili, e data la superfluità in certi casi di disporre di una vera e propria mappa per certi servizi.

Le informazioni da estrarre da apparecchi mobili preposti ai LBS non dovrebbero essere integralmente conservate all'interno degli apparecchi stessi. Per mezzo dei sistemi di comunicazione mobile (tipo messaggi di testo SMS o multimediali MMS oggi possibili) dei dati possono essere trasmessi sfruttando la rete cellulare di telefonia mobile. In questo modo le informazioni richieste (ristoranti, informazioni turistiche o di soccorso) possono essere richiamate sul visore dell'apparecchio mobile da una banca dati remota.

LBS ed escursionismo

Ci si può chiedere a questo punto come tradurre queste possibilità in effetti-

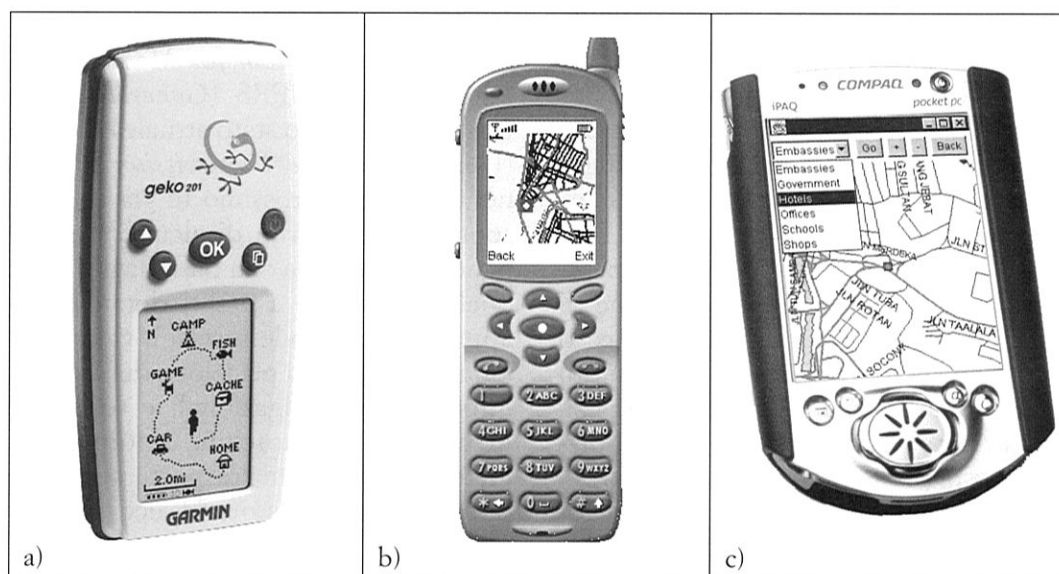



FIGURA 2) *Sistemi portatili: a) ricevitore GPS; b) telefono cellulare mobile; c) Personal Data Assistant*

vi servizi a valore aggiunto per l'escursionista.

Sono disponibili oggi diversi apparati di tipo mobile che, pur provenendo da filosofie diverse, stanno a poco a poco convergendo in sistemi complessi che consentono di telefonare, visualizzare una carta digitale, determinare la propria posizione. Parliamo qui di GPS palmari, telefoni cellulari e dei cosiddetti PDA (*Personal Data Assistant*). È frequente oramai trovare GPS palmari dotati di cartografia digitale e che consentono la comunicazione via radio o via rete cellulare, così come i telefoni cellulari cominciano a essere dotati di piccoli ricevitori GPS per determinare la propria posizione. Apparati più vicini a dei piccoli PC, quali i PC palmari possono integrare capacità di gestione di cartografia e altri dati digitali paragonabili a computer più grandi e integrare moduli che li rendono utilizzabili anche come ricevitori GPS e telefoni cellulari (Figura 2).

All'interno di questi apparati si assiste all'integrazione tra sistemi preposti alla determinazione della posizione, quale il GPS, con cartografia di tipo digitale sulla quale georiferire la propria posizione.

Integrando l'apparato con la rete di telecomunicazione cellulare, o con altri sistemi di connessione senza fili, diventa tecnicamente possibile disporre di uno strumento multiuso che consente di fare telefonate, ad esempio per prenotazione posti letto in rifugi, per ricevere aggiornamenti sulle condizioni meteo collegandosi a un sito Internet, per ottenere informazioni su siti di interesse naturalistico, artistico o sulla fauna e flora presente nell'ambiente montano, o ancora

v i -

per effettuare comunicazioni di emergenza.

Informazione Geografica ed escursionismo: alcuni esempi

Primi esempi di integrazioni di questo tipo, tra apparecchi di tipo *wireless* contenenti cartografia e posizionamento satellitare, e comunicazioni sono già stati sviluppati in diversi contesti. Ricordiamo, tra i progetti di ricerca sviluppati, gli esempi recenti di VISPA e di WebPark.

Il progetto VISPA (*VIrtual SPort Assistant*) è stato sviluppato dall'Università di Monaco e ha visto la realizzazione di un prototipo di LBS con il quale fornire Informazioni Geografiche agli escursionisti. Il prototipo è caratterizzato dall'integrazione tra un pocket PC (PDA), un telefono cellulare GPRS e un ricevitore GPS. Il prototipo sviluppato consente il posizionamento automatico con un errore di 20 m, la visualizzazione della posizione dell'utente e altre funzioni quali l'orientamento, lo zoom e la navigazione sulla carta, la ricezione di informazioni e chiamate d'emergenza. Il posizionamento dell'apparato può avvenire per mezzo del numero identificativo della cella telefonica o tramite GPS. La trasmissione dei dati, sia per quanto riguarda la richiesta di informazioni aggiornate, sia per quanto riguarda le chiamate d'emergenza o l'invio della propria posizione, avviene per mezzo della rete telefonica sfruttando il protocollo GPRS. Tra le applicazioni interessanti sviluppate vi è la possibilità di

a)

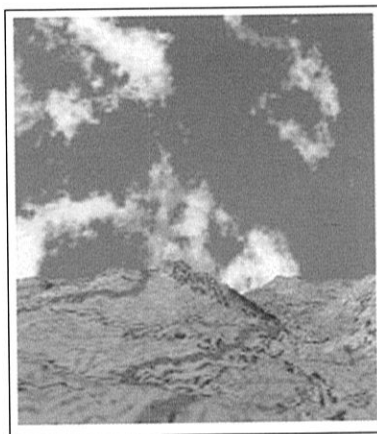
b)

c)

FIGURA 3) *Sistemi portatili: a) schermata del prototipo VISPA; b) visualizzazione piana a 2 dimensioni; c) visualizzazione dal punto di vista dell'utente a 3 dimensioni*

sualizzare sia una cartografia digitale piana, simile a quella escursionistica tradizionale, sia di visualizzare la carta in 3 dimensioni, tenendo conto del punto di vista dell'utente come indicato in fig. 3 (REINHARDT *et al*, 2002).

Il progetto WebPark, sviluppato congiuntamente da City University di Londra, Parco Nazionale Svizzero e Geodan Mobile Solutions, si inserisce nella realizzazione di servizi simili per gli utenti escursionisti. L'architettura sviluppata non è dissimile da quella accennata per il progetto VISPA e riportata in figura 4. Il progetto prevede la fornitura di servizi basati sulla posizione ad alto valore aggiunto per utenti dotati di PDA integrato con GPS da utilizzare all'intermo di aree, quali ad esempio parchi o aree ricreative turistiche per mezzo di connessioni senza filo.

Il progetto prevede la fornitura di servizi basati sulla posizione ad alto valore aggiunto per utenti dotati di PDA integrato con GPS da utilizzare all'intermo di aree, quali ad esempio parchi o aree ricreative turistiche per mezzo di connessioni senza filo. Anche in questo caso è prevista la possibilità di richiamare sul ricevitore palmare la cartografia specifica, i percorsi disponibili e quelli offerti in base alle preferenze dell'utente, nonché informazioni turistiche o avi-faunistiche relativi al parco visitato, nonché la connessione con servizi di soccorso.

FIGURA 4) *Schema di funzionamento dei LBS*

Problemi e prospettive

Le tecnologie di tipo geografico e quelle legate al settore delle telecomunicazioni senza filo stanno raggiungendo un livello di maturità tale da poter essere integrate e ospitate all'interno di dispositivi di tipo palmare e portatile. Le potenzialità che caratterizzano questo tipo di strumenti sono state in parte accennate nei paragrafi precedenti, mentre altre sono probabilmente ancora da scoprire e dipenderanno, tra le altre cose, dalla richiesta degli utenti e dalla creatività dei progettisti.

Tra i punti di forza di questo processo di integrazione, e quindi le prospettive che riguardano l'evoluzione della cartografia escursionistica verso servizi di tipo geografico ad elevato valore aggiunto per l'utente, ricordiamo senz'altro la possibilità di integrare informazioni geografiche alla visualizzazione cartografica: la possibilità quindi di passare da una cartografia tradizionale a banche dati geografiche, da gestire e integrare in modo da ottenere di volta in volta il contenuto informativo preferito. Questo risulterà inoltre aggiornabile con

frequenza, per quanto riguarda le informazioni di tipo attributo contenute nella banca dati, grazie alle connessioni senza filo e così per la parte cartografica, aggiornabile non appena resa disponibile e potendo scegliere gli aggiornamenti via via necessari.

La possibilità di georeferenziazione della posizione dell'utente, unita alla visualizzazione a 3 dimensioni della cartografia digitale escursionistica (o di immagini aeree o satellitari) dovrebbe rendere più immediato il confronto visuale fra territorio e quanto riportato sulla carta stessa.

Le prospettive più interessanti riguardano però il valore aggiunto potenziale in termini di sicurezza per l'escursionista.

La possibilità di conoscere in ogni istante la propria posizione dovrebbe limitare le occasioni di errore nella scelta di determinati percorsi o di sentieri troppo impegnativi, data anche la possibilità di conservare le caratteristiche dei sentieri stessi e le preferenze degli utenti nelle banche dati cartografiche. Il fatto di disporre di un collegamento senza fili alla rete Internet o a servizi di telecomunicazione 'dedicati' potrà fornire informazioni escursionistiche rilevanti, quali previsioni meteorologiche, condizioni dei sentieri, rischio di valanghe, ecc. La possibilità di georeferenziare l'escursionista può poi rivelarsi d'importanza vitale per gruppi di soccorso incaricati di localizzare e portare in salvo persone in difficoltà: con sistemi di tipo attivo e passivo dovrebbe essere possibile localizzare i dispositivi palmari in dotazione agli escursionisti per mezzo risalendo all'identificativo della cella telefonica entro la quale si troverebbero o tramite l'invio delle proprie coordinate derivate dal GPS.

Questo ultimo punto apre il discorso relativo ai problemi e alle limitazioni oggi esistenti all'implementazione completa di questi sistemi. È chiaro infatti che la comunicazione, attiva e passiva, da e verso l'escursionista dipende dalla copertura garantita da una rete di comunicazioni senza filo. Allo stadio attuale tale rete è quella GSM, sulla quale si innestano i servizi GPRS per la trasmissione dati, e che verrà affiancata dalla rete UMTS. Questa ultima consentirà inoltre la trasmissione di grandi volumi di dati ad alta velocità, che potranno comprendere quindi video, suoni e dati voluminosi quali quelli geografici. Le reti di telefonia mobile hanno nella copertura in aree montane il loro punto debole. La presenza di barriere naturali e la concomitante scarsa densità insediativa rendono difficoltoso e poco redditizio il raffittimento della rete di telefonia mobile in modo da ottenere una copertura completa. Anche i ricevitori GPS risentono della presenza di ostacoli naturali quali montagne o aree boscose. In questi casi la richiesta di soccorso da parte di un escursionista e la sua individuazione risultano difficoltose e da percorrere con metodologie tradizionali.

Altri problemi relativi all'implementazione e alla diffusione di questi soluzioni tecnologiche riguardano i costi connessi alla cartografia di tipo digitale, ai dispositivi destinati ad ospitarla, assieme alle tecnologie GPS e di telecomunicazioni. Tali costi non possono essere paragonati a quelli della carta escursioni-

stica tradizionale: vero è tuttavia che questi costi sono destinati a diminuire e che servizi (cartografici) ad alto valore aggiunto saranno possibili su dispositivi portatili ci cui saremo dotati tutti (es. telefono cellulare o simili). Simili considerazioni valgono per le dimensioni e i pesi che ancora oggi caratterizzano i dispositivi portatili, destinati a ridursi nel futuro più vicino. Le dimensioni della base cartografica digitale e degli attributi relativi possono ancora costituire un problema, soprattutto nel caso in cui si voglia arricchire la presentazione dei dati con immagini satellitari o aeree. Gli algoritmi di compressione dei dati e la miniaturizzazione dei dischi rigidi per l'archiviazione dei dati consentiranno di limitare questo tipo di problemi.

Ciò che rimane ancora un limite è la visualizzazione della cartografia sugli schermi di dispositivi portatili. Date le necessità di compattezza dei dispositivi, questi non possono essere dotati di schermi di grandi dimensioni, il che riduce la superficie territoriale in scala rappresentabile.

Conclusioni

La cartografia escursionistica tradizionale è affiancata oggi da nuovi strumenti e tecnologie di tipo geografico che possono rendere più sicura, più facile e più completa l'attività escursionistica in ambiente montano. Sfruttando soluzioni tecnologiche e dispositivi oramai diffusi, con i quali stiamo ormai prendendo confidenza, nel prossimo futuro avremo la possibilità di ottenere servizi geografici avanzati. Posizionamento in tempo reale, informazioni aggiornate, visualizzazione del paesaggio a 3 dimensioni sono alcune delle interessanti opportunità che si profilano e che rivestono importanza cruciale per la gestione di situazioni di emergenza (offrendo la possibilità di localizzare più facilmente escursionisti in difficoltà).

La carta escursionistica non è tuttavia destinata a scomparire, e non sarà soppiantata da nuovi strumenti tecnologicamente più avanzati. La portabilità, l'immediatezza nella consultazione e i pregi e difetti del supporto cartaceo faranno si che lo strumento cartaceo continui ad accompagnare le generazioni future di escursionisti, affiancando quelle soluzioni tecnologiche che saranno oramai nell'uso e nella consuetudine del muoversi nell'ambiente montano

Bibliografia

ARCOZZI R., GERI A., MUSIELAK D., PAPOTTI D., Analisi comparata dei dati escursionistici in un campione di cartografia, in *Atti della 4a Conferenza Annuale ASITA - Innovazione Geografica: innovazione e formazione* Genova, 2000, vol. I, pp. 63-64

ARCOZZI R., Il progetto "Cartografia Escursionistica" della Regione Emilia-Romagna, in *Bollettino dell'A.I.C.,* n. 114-115, 2002, pp. 17-21

CAPELLO C. F., *La lettura delle carte topografiche e l'interpretazione dei paesaggi*, Torino, Giappichelli, 1968

CAPORALI A., Sull'uso della navigazione satellitare nella pratica dell'escursionismo, in *Bollettino dell'A.I.C.,* n. 114-115, 2002, pp. 23-28

KRUG K., MOUNTAIN D., PHAN D., WebPark

– Location Based Services for Mobile Users In Protected Areas, in *Geoinformatics,* Volume 6, March 2003, pp. 26-29

LAURETI L., Parchi tematici e difesa del patrimonio geo-morfologico nazionale, in *Atti del Convegno internazionale "Turismo e ambiente nella società post-industriale",* FAST-TCI, Milano, marzo 1989, pp. 433-441

LAURETI L., Geositi e cartografia topografica, in *Bollettino dell'A.I.C.,* n. 114-115, 2002, pp. 43-48

PANIZZI C., La produzione cartografica digitale dell'IGM, in *Bollettino dell'A.I.C.,* n. 114-115, 2002, pp. 49-54

PAPOTTI D., Riflessioni preliminari ad una standardizzazione della simbologia per l'escursionismo, in *Bollettino dell'A.I.C.,* n. 114-115, 2002, pp. 55-67

REINHARDT W., SAYDA F., WITTMAN E., GI and Location Based Services for Mountaineers, in *Geoinformatics,* Volume 5, March 2002, pp. 28-31

SESTINI A., *Cartografia Generale*, Bologna, Patron, 1981

Bollettino dell'A.I.C., n. 117-118 / 2003

L'ESPERIENZA DEL PROGETTO INTERREG II ALPI SENZA FRONTIERE

Sebastiano Rao (*)

(*) Responsabile del controllo di attuazione del progetto per le Regioni Liguria, Piemonte, Valle d'Aosta

La conclusione del progetto, avvenuta ufficialmente il 30.09.2002, induce a qualche riflessione sulla validità dell'idea iniziale e sulla sua portata. Oggetto di una precedente comunicazione in occasione del Convegno AIC di Vicenza (2001), quando una sola delle 17 Carto-Guide in programma era stata pubblicata (n°5/ *Argentera-Mercantour*), il progetto *Alpi senza Frontiere* aveva l'obiettivo di offrire al pubblico una collana di Carto-Guide escursionistiche, a descrizione dell'arco alpino occidentale, dal Mediterraneo al lago di Ginevra, caratterizzata dall'"ufficialità" delle fonti di documentazione e dalla "istituzionalità" degli autori.

Il progetto INTERREG II Alpi senza Frontiere

Una analisi retrospettiva sulle caratteristiche del progetto appare utile per le successive valutazioni.

Soggetti attuatori

Nel progetto, finanziato nell'ambito del programma comunitario INTERREG II, per iniziativa dei Club Alpini italiano e francese (CAI e CAF) e col concorso degli enti pubblici competenti per territorio, sono stati direttamente coinvolti:

CAI-CAF: per la supervisione dell'opera e, in particolare, per le operazioni di ricognizione sul terreno, di individuazione degli itinerari transfrontalieri, di verifica dei tracciati e di edizione delle Guide;

IGN-Francia: per l'elaborazione della cartografia in programma e per la successiva stampa;

Regioni italiane: Liguria, Piemonte, Valle d'Aosta, per il controllo di attuazione e la fornitura dei supporti cartografici di origine (Carte Tecniche Regionali);

IGM-Italia: per la stampa delle Guide.

A fronte di un finanziamento comunitario di circa 5500 milioni di Lire, con concorso finanziario dei Club Alpini dell'ordine del 30%, circa metà dell'ammontare complessivo del progetto è stato devoluto in operazioni cartografiche.

Finalità

Le finalità del progetto mettevano in luce alcuni aspetti innovativi

- fornire al pubblico una documentazione omogenea sugli itinerari transfrontalieri, a partire dalla documentazione esistente sui due versanti delle Alpi, che appariva molto frammentaria;
- potenziare la sicurezza dell'escursionista e agevolare gli interventi di soccorso nei casi di emergenza;
- conseguire la qualità e l'attendibilità dell'opera risalendo alle fonti originali delle informazioni, col concorso degli enti stessi che le gestiscono (i Club Alpini stessi e gli organismi cartografici interessati).

Documentazione cartografica iniziale

Le basi cartografiche a copertura generalizzata, disponibili sui due versanti erano:

- le carte della serie TOP25 (IGN-Francia), analogiche e a colori, con taglio turistico; riportano le informazioni sentieristiche e sono regolarmente aggiornate;
- le Tavolette IGM 1/25.000, analogiche e, purtroppo, non aggiornate nell'ambito geografico di *Alpi senza Frontiere*;
- le Carte Tecniche Regionali (CTR) delle tre Regioni interessate (Liguria, Piemonte, Valle d'Aosta) alle scale 1/10.000-25.000, analogiche e numeriche, sufficientemente aggiornate; riportando essenzialmente informazioni rilevanti sotto l'aspetto fotogrammetrico, sono generalmente carenti da un punto di vista sentieristico.

Approfondendo l'analisi di tale documentazione, appare evidente la sua eterogeneità, non solo riguardo al sistema di riferimento

- Lambert (zone 2 e 3)/NTF, per la TOP25 (IGN-Francia),
- Gauss-Boaga/Roma40, per le CTR di Liguria e Piemonte,
- UTM/ED50, per la CTR della Valle d'Aosta,

ma, soprattutto, riguardo alle caratteristiche dei supporti disponibili

- per la TOP25, le tradizionali selezioni di colore (1/25.000),
- per la CTR della Liguria, i supporti cartacei alle scale 1/5.000-1/25.000 e il database 1/5.000, limitato però ad ambiti esterni all'area di *Alpi senza Frontiere*,
- per le CTR del Piemonte e della Valle d'Aosta, oltre ai supporti cartacei, i database numerici vettoriali (1/10.000).

La tabella seguente mostra una sintesi delle diversità:

A una cosí scoraggiante eterogeneità, fa riscontro però la disponibilità, in tutto l'ambito territoriale del progetto, di un elaborato dalle caratteristiche pressoché unitarie: il Modello Altimetrico Digitale del terreno (DTM).

La scelta progettuale per la Carta Alpi senza Frontiere

Assetto formale. Considerazioni diverse hanno portato all'individuazione della TOP25-IGN come riferimento formale per il fondo cartografico da produrre,

	TOP25	CTR_Liguria	CTR_Piemonte	CTR_Val d'Aosta
scala	1/25.000	1/25.000	1/10.000	1/10.000
formato	analogico	analogico	numerico	numerico
sist. geodetico	NTF	Roma40	Roma40	ED50
proiezione	Lambert2-3	Gauss-Boaga	Gauss-Boaga	UTM

quali la diffusione, anche in ambito escursionistico, la qualità intrinseca della carta, la completezza descrittiva. Ció ha comportato il coinvolgimento, peraltro dichiarato in fase di prima ammissione a finanziamento, dell'ente cartografico francese nell'elaborazione della Carta *Alpi senza Frontiere* e, in parte, anche nella diffusione all'estero delle Carto-Guide su delega del CAF, tramite la rete di distribuzione autonoma dell'Istituto.

Base italiana. Sul versante italiano, è stata individuata, come documentazione di base, quella afferente alle Carte Tecniche Regionali (CTR), in luogo della non adeguatamente aggiornata cartografia ufficiale dello Stato. La circostanza che le CTR fossero in generale disponibili, su tale territorio, in forma numerica è stata considerata come un loro punto di forza anche in vista dell'armonizzazione con la TOP25. La documentazione italiana selezionata per il progetto è stata quindi la seguente:

Liguria: CTR analogica 1/25.000
Piemonte e Val d'Aosta: CTR numerica vettoriale 1/10.000

Inquadramento. Ai consueti ruoli delle Regioni, che in ambito di INTERREG II, sono di tipo istruttorio, nella fase preliminare di ammissione a finanziamento dei progetti, e di controllo, in fase attuativa, nel caso di *Alpi senza Frontiere*, per decisione degli organismi comunitari competenti, se ne è aggiunto un terzo, attinente al coordinamento delle operazioni cartografiche per la parte italiana. Ciò sia in considerazione dell'onere logistico necessario per conseguire la richiesta omogeneità, sia per l'opportunità che, a fronte dell'ingente impegno economico, il prodotto finale in progetto fosse utile per la collettività. Le Regioni, pertanto, e in particolare i Servizi Cartografici coinvolti (di Liguria, Piemonte e Valle d'Aosta), in fase attuativa hanno integrato le norme tecniche di progetto allo scopo di garantire una fruibilità più estesa del supporto cartografico in produzione, rendendolo valido, non solo sotto il profilo tematico, ma anche topografico, evitando le approssimative mosaicature della cartografia di base previste inizialmente. D'altra parte, sarebbe stato improponibile, in un contesto europeo, che l'IGN, per banali motivazioni operative o per uniformità rispetto alla propria cartografia, avesse esteso l'inquadramento nazionale francese della TOP25 (Lambert/-NTF) a territori esteri, italiani e anche svizzeri (per le Carto-Guide 18-20, di programmata realizzazione), dove tale inquadramento non è in uso. Si è così profilata come irrinunciabile, anche se più

complessa da gestire sul piano logistico, la prescrizione dell'inquadramento UTM/WGS84 in tutto l'ambito di *Alpi senza Frontiere*.
Appaiono innegabili i vantaggi connessi alla scelta di un tale sistema di riferimento, considerato che

- è uno standard internazionale a cui dovranno in futuro uniformarsi le produzioni nazionali di cartografia;
- facilita l'immediata determinazione sulla carta del punto di stazione a mezzo di strumenti GPS, ormai diffusi anche presso gli escursionisti;
- interessa, relativamente all'intera area del progetto, un unico fuso di proiezione.

Metodologia elaborativa. Viste le premesse, la metodologia elaborativa della Carta *Alpi senza Frontiere* non poteva che essere informatizzata, confidando nelle potenzialità dei moderni software cartografici operanti in modalità *raster-vector*. Gli strati aggiuntivi, con le informazioni sugli itinerari transfrontalieri e turistiche, sarebbero stati predisposti dai Club Alpini con modalità tradizionale e acquisiti, insieme agli altri dati di input, dalla procedura informatizzata di gestione.
Nell'ambiente informatico predisposto è risultata agevole l'armonizzazione della documentazione cartografica d'origine, considerati i possibili elementi unificanti, identificabili, oltre che nell'inquadramento unico, nella ridefinizione unitaria delle selezioni di colore, nello sfumo orografico elaborabile dal DTM e nelle curve di livello con equidistanza 10 metri, anch'esse ottenibili, ove non disponibili, per interpolazione dal DTM.

L'apporto del Club Alpino Italiano

Il Club Alpino Italiano (Convegno Liguria-Piemonte-Valle d'Aosta), per il buon esito del progetto, ha mobilitato circa 50 Sezioni territorialmente interessate. Col compito di sovrintendere all'organizzazione e ai processi di validazione, per ciascuna Carta *Alpi senza Frontiere* è stato individuato un responsabile di parte italiana, tenuto a raccordarsi con il suo equivalente francese, designato dal CAF.

Le operazioni cartografiche a carico del CAI attenevano a:
ricognizione di itinerari, ambiente, bivacchi e rifugi, località;
controllo CTR relativamente a toponimi e a viabilità minore;
tracciati su pellicola da fornire all'IGN con modalità convenute;
controllo e validazione dei tipi di stampa.

La procedura operativa

La procedura operativa, totalmente informatizzata, si è fatta carico di tutte le fasi produttive della Carta *Alpi senza Frontiere*, ossia:

- dell'acquisizione e della gestione mista analogica e numerica dei supporti originali,
- della generalizzazione delle CTR numeriche 1/10.000 di Piemonte e Valle d'Aosta verso gli standard simbolici della TOP25,
- delle trasformazioni di proiezione, negli ambienti *raster* e *vector*,
- dell'armonizzazione formale dei dati al fine di pervenire a un prodotto unitario,

- dell'inserimento dello sfumo orografico e dei nuovi strati informativi richiesti dal progetto, di tipo sentieristico e turistico, forniti dai Club Alpini;
- della realizzazione delle selezioni finali di stampa.

Nel dettaglio, le operazioni previste dal ciclo produttivo riguardavano:

con riferimento alla TOP25

- scansione a 600 dpi (1 bit) delle selezioni separate di colore, escluse quelle relative a sfumo e informazioni turistiche;
- trasformazione *rubber-shit* dai sistemi Lambert (zone 2 e 3)/NTF al sistema definitivo UTM/WGS84, previa individuazione di un congruo numero di punti di controllo;

con riferimento alla CTR 1/25.000 analogica della Liguria

- scansione a 600 dpi (1 bit) delle selezioni separate di colore, escluse quelle relative a sfumo, curve di livello e informazioni turistiche;
- generazione delle curve di livello con equiditanza 10 metri, come richiesto in *Alpi senza Frontiere*, per interpolazione del DTM, seguita da editing;
- trasformazione *rubber-shit* dal sistema Gauss-Boaga/Roma40 al sistema definitivo UTM/WGS84;

con riferimento alle CTR numeriche 1/10.000 di Piemonte e Val d'Aosta

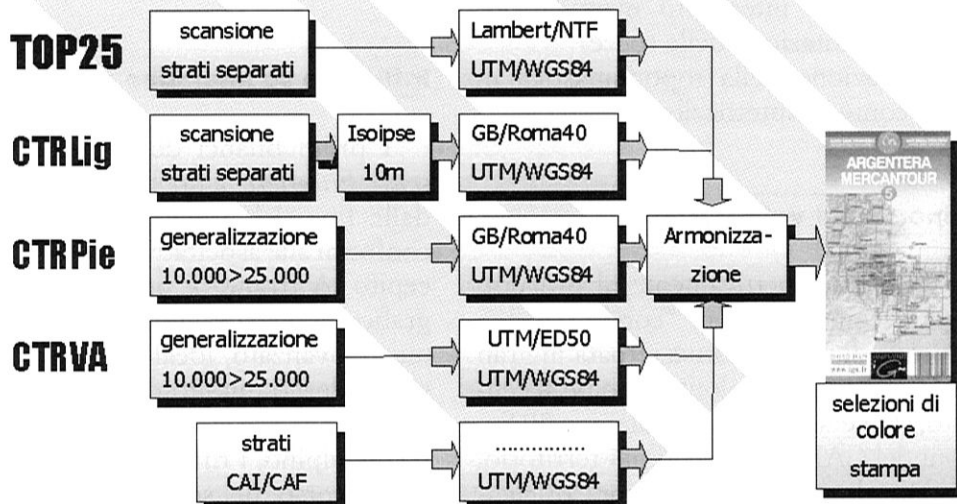
- sfoltimento dei dati di base con selezione delle entità vettoriali rilevanti al 1/25.000
- trasformazione dai sistemi Gauss-Boaga/Roma40 e UTM/ED50 al sistema definitivo UTM/WGS84;
- generalizzazione delle entità geometriche trasformate secondo le esigenze simboliche valide in ambito TOP25, previo inserimento dei necessari attributi;

con riferimento alla Carta Alpi senza Frontiere finale

- importazione delle basi raster ottenute nelle fasi precedenti e armonizzazione;
- importazione dei dati vettoriali generalizzati di Piemonte e Val d'Aosta;
- inserimento dei livelli vettoriali relativi alla sentieristica definita in *Alpi senza Frontiere* e alle informazioni turistiche;
- armonizzazione;
- generazione dello strato relativo allo sfumo orografico, ottenuto per elaborazione dei DTM di origine;
- generazione delle selezioni finali di stampa, vale a dire: 4 selezioni di colore per la quadricromia, più la selezione in bistro delle curve di livello, più 2 selezioni per le informazioni turistiche.

La gestione informatica di tutte le operazioni elencate è avvenuta, come è stato detto, in ambiente *raster-vector*, ad opera di un software concepito per il trattamento di basi cartografiche miste di notevole estensione (DRY-Loric), in uso presso l'IGN e presso l'Ufficio Federale Topografico svizzero (UFT).

Bilancio del progetto INTERREG II Alpi senza Frontiere ed esigenze emergenti

Il progetto, realizzato all'80%, con 14 Carto-Guide pubblicate su 17, ha avuto

una attuazione particolarmente laboriosa, paradossalmente condizionata proprio da alcuni elementi di indubbio interesse alla base della sua concezione, quali la particolare base cartografica e il tipo di partenariato. In particolare, la definizione e il rodaggio del ciclo produttivo della base cartografica, rivelatasi pienamente rispondente alle esigenze dichiarate, hanno assorbito una cospicua porzione del tempo disponibile, monopolizzato anche dalla complessità dell'iter amministrativo dei molteplici atti formali di intesa fra le parti; intesa, peraltro, non priva di sporadica conflittualità.

Nella valutazione di un bilancio a posteriori entrano in gioco:
- gli elementi innovativi
- l'apporto del volontariato
- l'influenza su analoghe iniziative

Elementi innovativi

Il progetto si proponeva ambiziosamente come **opera unitaria**, con scenario esteso all'intero arco alpino e forse anche ai Pirenei; unitarietà perseguita, in termini cartografici, col concorso degli accorgimenti sopra descritti, sintetizzabili in
- adozione di un inquadramento unico internazionale (UTM/WGS84);
- possibilità di sfruttamento tecnologicamente evoluto della base cartografica, sia rispetto ad applicazioni di sistema informativo, sia per l'agevole determinazione del punto di stazione, da parte del singolo utente, a mezzo di dispositivi GPS;
- soluzioni tecniche adottate (nel trattamento della documentazione di origine, nella definizione di tecniche di ge-

neralizzazione delle informazioni nel passaggio di scala, nella rappresentazione, con mezzi informatici, di tematismi in precedenza trattati esclusivamente con intervento manuale, es. rappresentazione delle rocce)
- rivisitazione della toponomastica in un contesto internazionale.

Apporto del volontariato

Visto retrospettivamente, il progetto appare come un'opera "corale", banco di prova di una iniziativa attuata in gran parte con apporti volontari: come accennato, sul versante italiano, almeno 50 Sezioni del CAI, competenti per territorio, si sono alternate in operazioni di ricognizione, attinenti a itinerari, manufatti, ambiente e fauna. Tenuto conto, per la parte italiana, dell'incidenza degli oneri di rilevamento sul totale ammesso a finanziamento, circa il 30%, e della disponibilità delle informazioni sentieristiche di archivio in possesso dei Club Alpini, c'è da chiedersi quali strumenti abbia l'imprenditoria privata di settore per ottenere una paragonabile attendibilità. In altri termini, ai prevedibili limiti insiti nell'apporto volontario, individuabili, anche in *Alpi senza Frontiere*, nella discontinuità prestazionale e in un certo dilettantismo, specie sul piano editoriale, fanno riscontro altre potenzialità legate alla consistenza dell'apparato organizzativo interno e alla presenza sul territorio. Questo aspetto, associato alla forza delle iniziative INTERREG di coinvolgere molteplici organismi internazionali, garantirà probabilmente un futuro a realizzazioni cartografiche unitarie di ampio respiro organizzate con modalità analoghe a quelle in atto presso *Alpi senza Frontiere*.

Influenza su analoghe iniziative

I primi bilanci dell'esperienza *Alpi senza Frontiere*, a pochi mesi di distanza dalla fine del progetto, non appaiono conformi alle aspettative di chi lo ha concepito. A fronte di un supporto cartografico di facile leggibilità e tecnologicamente avanzato, ideale per l'escursionista moderno munito di GPS e idoneo a garantire la sua sicurezza nel severo ambiente alpino, i riflessi su altre iniziative ora in corso, nel settore INTERREG in particolare, appaiono più virtuali che concreti. *Alpi senza Frontiere*, che con le sue soluzioni pone forse fine a un'era di carte turistiche risultanti da approssimative mosaicature, è sì un modello di riferimento, ma ciascun nuovo progetto ammesso a finanziamento ed elaborato sulla sua scia cerca soluzioni autonome, vanificando così l'ambizioso disegno unitario iniziale.

Una sommaria analisi condotta su progetti INTERREG in corso evidenzia una malcelata diffidenza verso la scala 1/25.000, adottata da *Alpi senza Frontiere*, e una convergenza verso rappresentazioni di base al 1/50.000, che potrebbe essere giustificata da almeno due diverse esigenze:
- pervenire a rappresentazioni più sintetiche del territorio, col vantaggio di ridurre la dimensione degli elementi cartografici;

- evitare la dipendenza da enti cartografici stranieri al cui bilancio contribuisce solo parzialmente il finanziamento statale e che pertanto agiscono con logica privatistica proteggendo con pesanti royalties i loro prodotti e imponendo, in definitiva, consistenti vincoli alla diffusione e allo sfruttamento di basi cartografiche da essi derivate. Tale dipendenza è soprattutto evidente nella cartografia 1/25.000, essendo quella al 1/50.000, allo stato attuale dell'arte, surrogabile da fonti diverse anche se non sempre facilmente identificabili.

Purtroppo, tenendo conto delle caratteristiche delle basi cartografiche attualmente disponibili e facendo soprattutto riferimento alla situazione italiana, le basi cartografiche finali prodotte nelle due scale di rappresentazione sono connotate da diversità che vanno ben oltre a quelle connesse al semplice divario nel rapporto di scala. Ciò è soprattutto vero nelle zone del territorio italiano in cui non è utilizzabile la cartografia ufficiale dell'IGM. Infatti, a livello regionale, una rappresentazione al 1/25.000 del territorio può essere dedotta agevolmente, come è avvenuto in *Alpi senza Frontiere*, per semplice generalizzazione del database topografico della CTR numerica 1/10.000, mentre la corrispondente rappresentazione al 1/50.000 è di solito ottenuta a partire dai cosiddetti "strati informativi prioritari", secondo le tecnologie in uso presso l'*INTESA nazionale sui sistemi informativi geografici.*

Nonostante l'apparente frammentarietà delle iniziative nel settore della cartografia escursionistica realizzata con finanziamento pubblico, un primo elemento che si delinea con evidenza è la necessità di pervenire a un fondo cartografico omogeneo transfrontaliero informaticamente gestito ed esteso all'intero arco alpino, di supporto a futuri progetti e di base per la costituzione di specifici sistemi informativi (catasto dei sentieri, gestione della segnaletica alpina, sicurezza in montagna,...). Le caratteristiche di un tale fondo, derivabile alle scale inferiori a partire da una scala di base, al 1/25.000, come talvolta si auspica, dovrebbero essere predefinite e dichiarate, come avviene in cartografia tecnica. Si supererebbe così il vago concetto di "carta turistica" impostata su basi incerte di indefinibile provenienza.

Gli ostacoli alla costituzione di un siffatto fondo, principalmente ascrivibili alla tutela commerciale delle basi di origine ad opera dei differenti enti cartografici, potrebbero essere aggirati, almeno nei progetti finanziati in ambito comunitario, con adeguati disposti amministrativi o normativi (ad esempio devolvendo una quota del finanziamento alla corresponsione di eventuali royalties o, più in generale, regolamentando l'intera materia dei diritti sui prodotti cartografici finanziati con mano pubblica).

LA MONTAGNA NELLE RIPRESE SATELLITARI
Utilizzo delle immagini Landsat ETM+ per lo studio della produttività del pascolo alpino. Caso di studio: la Malga di Trela, Parco Nazionale dello Stelvio

Balzarolo M.[1,2], Bocchi S.[2], Boschetti M.[1,2], Brivio P.A.[1]

[1] IREA, Istituto per il Rilevamento Elettromagnetico dell'Ambiente – CNR, Milano
[2] DIPROVE, Dipartimento di PROduzioni Vegetali - Univ. degli Studi di Milano

Introduzione

Nel giugno del 1992 a Rio de Janeiro l'UNCED (*United Nation Conference on Environment and Development)*, all'interno del programma per uno sviluppo sostenibile di Agenda 21, ha preso in considerazione la necessità di un intervento immediato per mantenere l'ecosistema montano. L'ambiente montano, come é riportato nel capitolo 13 di Agenda 21, va salvaguardato perché, presentando un gran numero di risorse naturali, "é essenziale per la sopravvivenza dell'intero ecosistema terrestre" (cap.13 Agenda 21). In accordo con questa dichiarazione Messerli e Ives hanno affermato che "le regioni montane occupano circa un quinto della superficie terrestre, ospitano un decimo della popolazione mondiale, e forniscono beni e servizi per tutta l'umanità" (Messerli e Ives, 1997). I beni e i servizi che la montagna é in grado di fornire non sono solo per le persone che la abitano ma anche per coloro che vivono nelle zone di pianura.

All'interno dell'ecosistema montano il pascolo, espressione dell'interazione tra uomo e ambiente naturale, ha da sempre giocato un ruolo di primaria importanza nella gestione e conservazione del paesaggio montano. In passato il sistema basato sul binomio malga-alpeggio ha assicurato all'economia montana fonte di reddito e ha permesso di mantenere le risorse alpine. Tra tutti i fattori che concorrono alla formazione del sistema montano quelli gestionali, "quali l'intensità di sfruttamento, il tipo di gestione della mandria e gli interventi colturali diretti (sfalci, fertilizzazione, spandimento delle deiezioni, mandratura)" (Zanatta e Gusmeroli, 1999), rappresentano l'elemento di variabilità e di alterazione degli equilibri raggiunti. La migliore conoscenza dei pascoli è fondamentale quindi per un intervento efficace di salvaguardia montana e per il mantenimento di strette relazioni tra le popolazioni ed il loro territorio tali da garantire uno sviluppo durevole e sostenibile. A livello mondiale i prati permanenti ed i pascoli ricoprono il 26% della superficie

terrestre (FAO, 1996) e favoriscono una grossa percentuale del foraggio totale destinato all'alimentazione degli animali domestici e selvatici. Nel quarantennio che va dalla metà del secolo scorso agli inizi degli anni novanta, si stima una riduzione dell'attività pastorale del 50-60% (Regione Lombardia, 2002). L'alpicoltura italiana vive da decenni un lento e costante declino dovuto al mutamento delle condizioni socio-economiche del paese. Nonostante questo, essa mantiene ancora in Lombardia una presenza significativa, non solo in termini economici, ma anche ambientali, paesaggistici e culturali. Nel territorio delle Alpi Lombarde la recessione è stata più contenuta, sfiorando il 30% in termini di alpeggi caricati e di bestiame monticato (Dati Censimento Alpeggi della Regione Lombardia, 2000). Gli effetti sul paesaggio, come mostra la tabella 1.1, sono stati comunque accentuati e hanno determinato una riduzione pari al 38% della superficie pascoliva totale regionale.

Per garantire un'appropriata gestione delle risorse montane è necessario pertanto migliorare la conoscenza dei pascoli utilizzando nuovi mezzi che integrino i comuni metodi agronomici di stima della produttività di questo agroecosistema. a tale proposito le tecniche del telerilevamento offrono una valida alternativa alla stima della biomassa erbacea e all'analisi della struttura delle comunità vegetali su vaste aree e a tempi di esecuzione sensibilmente minori rispetto ai metodi distruttivi tradizionali (Mino et al., 1998; Wylie et al., 1991). In generale le tecnologie del telerilevamento rendono possibile una misurazione quantitativa delle caratteristiche fisiche legate alle superfici e, con certe condizioni al contorno, relative anche a situazioni sotto-superficiali (Lechi, Zilioli, 2000). Il telerilevamneto è dunque il mezzo più efficace e veloce per integrare e migliorare i dati esistenti. Da studi fatti si è dimostrato il supporto migliore per affinare la caratterizzazione delle dinamiche in atto (fenologia, produttività, cambiamenti quali-quantitativi delle tipologie pascolive). Attraverso i dati telerilevati è possibile un aggiornamento continuo e standardizzato delle informazioni e della cartografia per seguire le dinamiche in atto, indirizzare le scelte di intervento e prevenire i principali processi di degrado.

Gli obbiettivi di questo studio sono stati quelli di sviluppare una metodologia per le stime di produttività del pa-

Anno	Superficie produttiva [ha]				Foreste e arbusti [ha]
	Prati	Pascoli	Incolto	Totale	
1971	669	107.502	28.651	136.822	15.623
2000	474	58.342	26.008	84.824	61.208
Diff. %	- 29,1	- 45,7	- 9,2	- 38,0	+ 291,7

TABELLA 1) *Distribuzione della superficie produttiva nel 1971 e nel 2000. L'estensione del bosco e degli arbusteti è quadruplicata. Dati Censimento Alpeggi della Regione Lombardia, 2000.*

scolo alpino integrando metodi agronomici distruttivi con dati radiometrici di campoe e di creare mappe di produttività del pascolo alpino utilizzando un approccio quantitativo in grado di fornire stime distribuite di biomassa erbacea a partire da immagini da satellite.

Area di studio

L'area scelta nello studio è la Malga di Trela, situata all'interno del Parco dello Stelvio nel nord della Lombardia, in provincia di Sondrio (Fig. 1).

La superficie totale della malga è di circa 947 ha, dei quali 611 ha sono adibiti a pascolo di bovini e caprini (Tab.2) che orientativamente vengono monticati per un periodo di 92 giorni, solitamente da metà giugno a metà settembre. L'escursione altimetrica del pascolo nell'area va da 2150 m s.l.m. fino a 2580 m s.l.m.

Attualmente l'attività svolta principalmente nella Malga é quella pastorale. Secondo i dati forniti dalla Fondazione Fojanini di Sondrio l'Alpe è caricata da bovini (vacche da latte, vitelli, vacche in asciutta) e capre per un totale di 94,5 UBA e il carico animale unitario é di 0.15 UBA/ha. I prodotti ottenuti dalla lavorazione del latte direttamente sulla Malga sono burro e formaggi grassi tipici d'alpe, come il Bitto. La superficie totale della malga è di circa 947 ha, dei quali 611 ha sono adibiti a pascolo di bovini e caprini (Tab. 3) che orientativamente vengono monticati per un periodo di 92 giorni, solitamente da metà giugno a metà settembre. L'escursione altimetrica del pascolo nell'area va da 2150m s.l.m. fino a 2580m s.l.m. La forma e le caratteristiche del rilievo della zona e, in particolare, la giacitura e l'esposizione dei terreni hanno influenzato fortemente le vegetazione dell'intera area in studio. Le particolari caratteristiche topografiche e geologiche dell'Alpe permettono di definire diverse

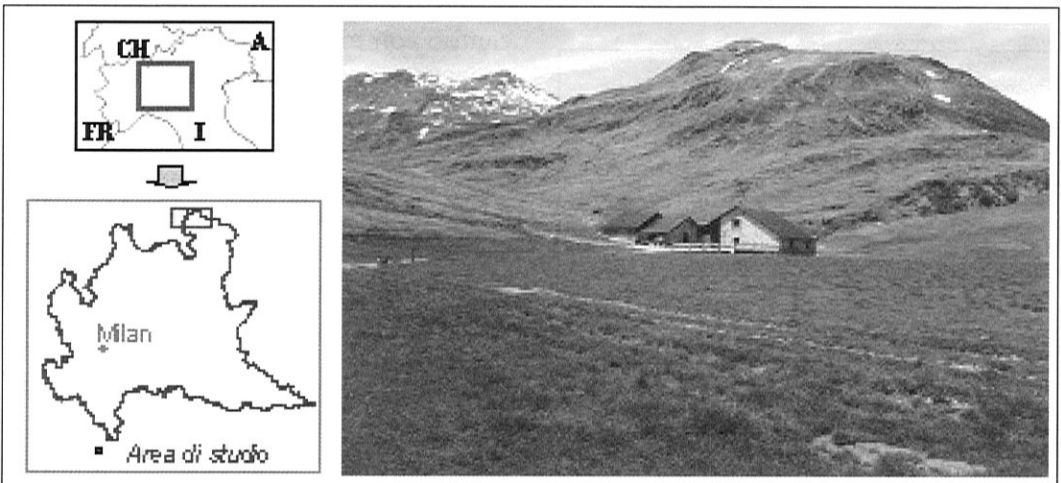



FIG. 1) *La Malga di Trela, Parco Nazuìionale dello Stelvio, Lombardia.*

RIPARTIZIONE SUPERFICIE MALGHIVA	in ha
Tot. Cespuglieti	78,852
Tot. Pascoli	611,497
Tot. Altro improd.	257,088
Tot. Superficie area	947,437

TABELLA 2) *Ripartizione della superficie della Malga di Trela, dati censimento degli Alpeggi della Regione Lombardia, 2000.*

tipologie di paesaggio. Gli estesi affioramenti calcarei definiscono formazioni vegetali tipiche dei suoli carbonatici, come la *Dryas octopetala* e la *Sesleria varia*, tipiche specie basofile. Inoltre la presenza di ampi lineamenti acidofili, derivati dall'acidificazione delle matrici e dalla presenza di un substrato sottostante formato da rocce silicee, ha portato alla formazione di una vegetazione acidofila. Si

RIPARTIZIONE SUPERFICIE MALGHIVA	in ha
Tot. Cespuglieti	78,852
Tot. Pascoli	611,497
Tot. Altro improd.	257,088
Tot. Superficie area	947,437

TABELLA 3) *Ripartizione della superficie della Malga di Trela, dati censimento degli Alpeggi della Regione Lombardia, 2000.*

possono, dunque, trovare formazioni vegetali come il *Poion alpinae*, con un elevato valore foraggero oppure il *Nardetum alpigenum* di scarso valore pastorale. I dati esistenti per la malga sono le carte della vegetazione redatte dalla *Fondazione degli Studi superiori Fojanini* di Sondrio. La metodologia per la classificazione e la zonazione delle aree a pascolo secondo grandi caratteristiche fisionomiche (pascoli grassi, magri, umidi, dei riposi, inarbustiti e arborati), utilizzata dalla *Fondazione Fojanini* per la caratterizzazione vegetazionale dell'area, si avvale del metodo fitosociologico classico proposto da Blaun-Blanquet, che è lo stesso utilizzato nella campagna preliminare di questo studio. Le tipologie individuate per l'Alpe sono riportate nella tabella 4.

Materiali e metodi

Parte centrale del lavoro è stata la ricerca di una relazione significativa e predittiva tra valori di biomassa misurati in campo con metodi distruttivi e indici di vegetazione ricavati dalle misure spettroradiometriche a terra. A tale proposito nell'estate 2002 sono state condotte delle campagne di misura direttamente sulla Malga in studio. In particolare, il 10 luglio è stata condotta una campagna preliminare durante la quale sono stati definiti 4 siti quadrati di dimensioni di 10 m x 10m utilizzati nelle campagne successive di campinamento (Fig. 2 a). Ogni area è stata georeferita tramite un *GPS Garmin* per indicarne la posizione esatta all'interno del GIS dedicato della Malga. Per ogni sito sono state indivi-

TIPOLOGIE PASCOLIVE	in ha
Pascoli cespugliati	122,001
Pascoli dei riposi	0,78
Pascoli magri	409,799
Pascoli umidi	10,688
Pascoli grassi	68,451

TABELLA 4) *Diverse tipologie pascolative campionate nella Malga di Trela, dati raccolti dalla Fondazione Fojanini, 2001.*

duate le tipologie i pascolo presente attraverso i rilievi floristici utilizzando il metodo classico *Braun-Blaunquet*: le aree 1 e 2 a Nardeto sempervireto, l'area 3 a pascolo pingue e l'area 4 a Seslerieto. Il 19 luglio a e il 5 agosto sono stati raccolti i dati agronomici radiometrici secondo lo schema riportato nella figura 2 b. I valori di radianza per ogni tipologia di pascolo indagata sono stati raccolti mediante il radiometro *Spectrascan PR 650* prima di sfalciare i transetti all'interno dei siti campionati. Nella seconda campagna non sono stati rilevati i dati per l'area 3, perché pascolata, e non è stata pesata direttamente in campo la biomassa fresca.

A partire dai valori radiometrici di campo è stato possibile calcolare gli indici di vegetazione più opportuni per il pascolo. La buona correlazione tra l'indice di vegetazione SR (*Simple ratio*) e i valori di biomassa fresca ha permesso di applicare le relazioni di campo all'immagini Landsat ETM+ del 19 luglio 2002 e distribuire così i valori di biomassa stimata localmente a tutta l'area compresa nella scena acquisita. L'immagine del 5 agosto non è stata acquisita in quanto le conzioni meteorologiche sulla zona erano cattive. Le immagini da satellite prima di essere utilizzate devono essere corrette geometricamente per la topografia

a) I quattro siti di campionamento all'interno della Malga di Trela.

b) Schema di campionamento dei quattro siti indagati. I cerchi indicano i punti delle misure radiometriche nelle due campagne, mentre le linee verdi raffigurano i transetti sfalciati con il metodo distruttivo.

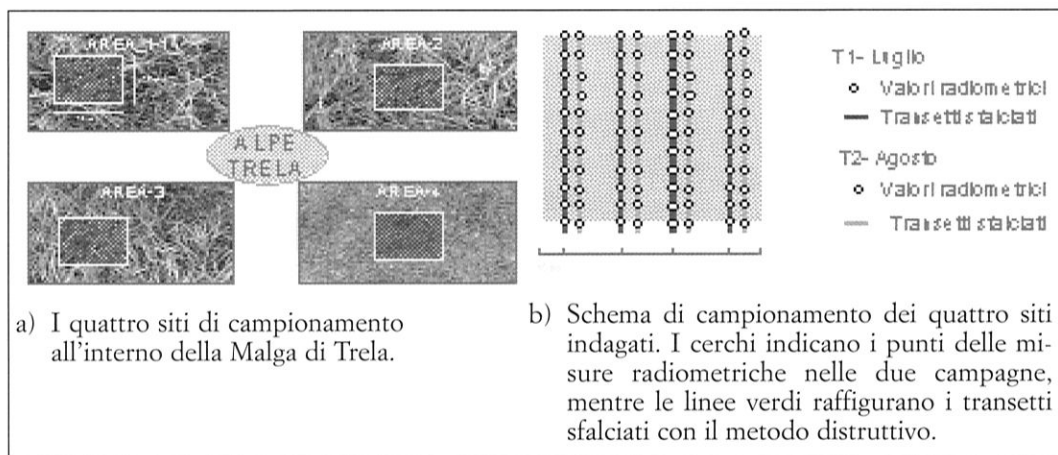



FIG. 3 *Schema di raccolta dati nelle campagne estive del 19 luglio e 5 agosto 2002.*

e atmosfericamente per il disturbo dovuto alla presenza dell'atmosfera. L'ortorettificazione, che ha permesso di correggere geometricamente l'immagine, è stata effettuata mediante *Ortho Engine PCI* usando un DEM (*Digital Elevation Model*) digitale in formato aster, con risoluzione a 30 m. I dati sono stati ricampionati attraverso la tecnica *Nearest neighbour* mantenendo in questo modo i valori di radianza originali dell'immagine. I punti di controllo (GCP, *ground control point*) sono stati individuati con il metodo *Image to image* basandosi su un'immagine della stessa zona già ortorettificata. Questa prima fase di pre-processamento si è dimostrata valida in quanto l 'immagine ortorettificata presenta una sovrapposizione perfetta con i dati digitali della regione Lombardia.

La correzione atmosferica è stata effettuata parametrizzando il modello di trasferimento radiativo 6S utilizzando una volta i dati raccolti tramite il *Sunphotometer EKO MS-120® Peak Hold* e una volta utilizzando i fattori indicativi di visibilità il più possibile verosimile per le condizioni delle aree di montagna. L'utilizzo del fotometro non ha portati a buoni risultati per la correzione della scena poiché lo strumento non è risultato tarato per queste quote. Si è proceduto dunque alla correzione atmosferica delle immagini utilizzando il secondo approccio proposto. Inoltre per la valutazione della prestazione del modello di correzione atmosferica utilizzato, le firme spettrali ottenute attraverso le campagne radiometriche sono state confrontate con quelle derivate, per le quattro aree georeferite, dall'immagine corretta. Da questa analisi è stato possibile osservare che l'efficienza dell'algoritmo del modello 6S dà buoni risultati e la correzione atmosferica può essere accettata per le immagini telerilevate (Fig. 4).

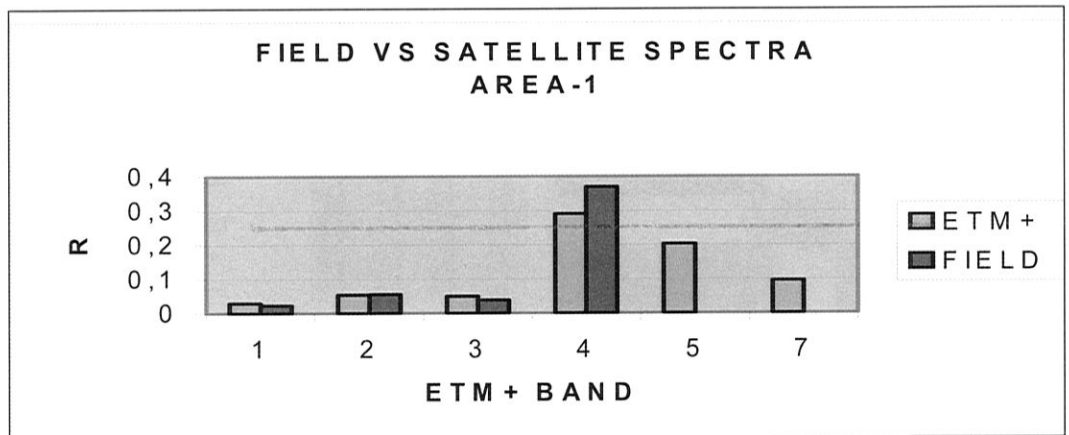



FIG. 4) *Risultati ottenuti dalla correzione atmosferica mediante il modello 6S. Sono ripoatati i valori di riflettanza ottenuti a terra con lo Spectrascan PR650 e quelli ottenuti dall'immagine da satellite corretta. I valori di riflettanza nel rosso, banda 4 del sensore ETM+, in entrambi i casi dello stesso ordine di grandezza, perciò la correzione atmosferica è accettabile.*

All'immagine così corretta è stato possibile applicare le relazioni di campo opportunamente ridefinite sulla bande dell'ETM.

Analisi e risultati

La buona correlazione tra l'indice di vegteazione SR (*Simple ratio*) e la biomassa fresca (Fig. 5) ha permesso di stimare la biomassa del pascolo a partire da dati radiometrici di campo. Per poter applicare le relazioni di campo all'immagine da satellite del 19 luglio 2002 corretta è stato necessario ricampionare gli spettri di campo acquisiti in maniera continua con lo *Spectrascan PR 650* sulle stesse bande discrete del sensore satellitare ETM+. I valori di biomassa predetti a partire dalle relazioni di campo ridefinite hanno mostrato una buona corrispondenza con i valori misurati direttamente a terra (Fig. 6), perciò è stato possibile applicare le relazioni

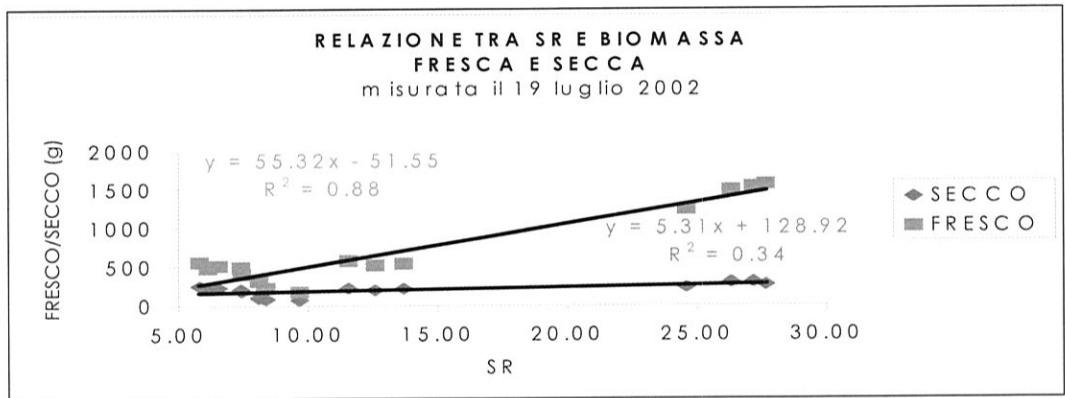



FIG. 5) *Correlazione tra SR e biomassa fresca e secca.*

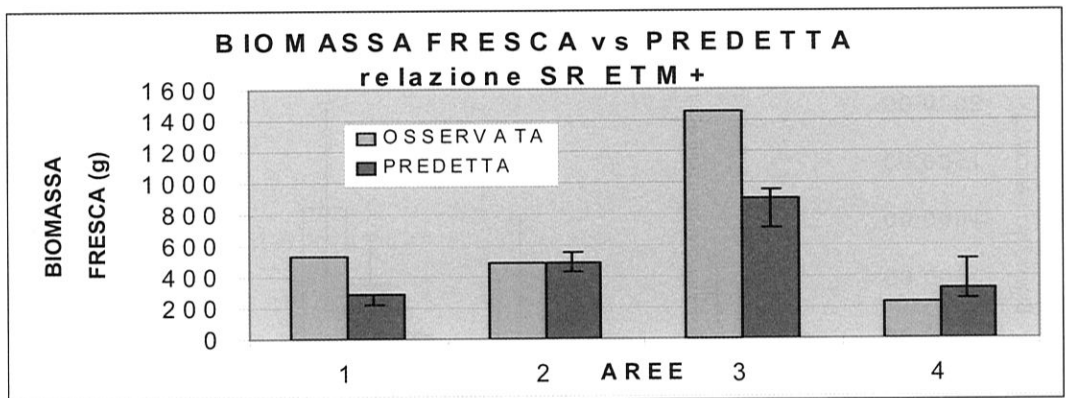



FIG. 6) *Valori di biomassa fresca calcolati utilizzando l'SR ricampionato sull'ETM+ e biomassa fresca misurata in campo.*

precedentemente individuate all'immagine Landsat. Dalla distribuzione spaziale dei valori di biomassa fresca per tutta la scena acquisita è stata realizzata una mappa di biomassa (Fig. 7).

Avendo a disposizione anche le immagini da satellite Landsat ETM+ del 1° e del 17 giugno è stato possibile valutare l'andamento della biomassa pascoliva in questo arco temporale (Fig. 8). Come era prevedibile i valori di biomassa maggiori si hanno nella data del 19 luglio, giorno in cui sono state effettuate le campagne a terra. Nelle date precedenti i bassi valori di biomassa sono attribuibili al fatto che la Malga risulta ricoperta da neve.

Alla mappa di biomassa prodotta sono stati sovrapposti i *layer* del Censimento degli Alpeggi della Regione Lombardia e sono state estratte le relative statistiche per le seguenti tipologie di pascolo: pascolo magro, umido, grasso e cespugliato. All'interno dei poogoni regionali esiste un'ampia variabilità che, a titolo di esempio, è ben evidenziata nelle aree a pascolo magro dove le zone improduttive e recise sono piuttosto estese. Queste informazioni possono essere utili per ridefinire pini di pascolamento più

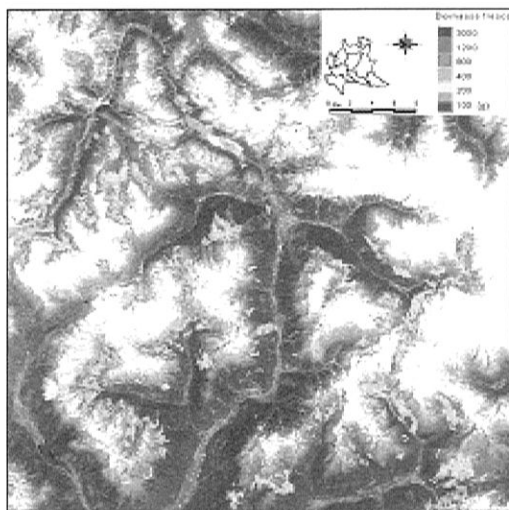



FIG. 7) *Mappa della biomassa fresca della Malga di Trela per la data del 19 luglio 2002. I valori della legenda della mappa sono stati scelti in funzione dei dati raccolti in campo, ossia i colori rappresentano le classi dei dati raccolti in campo per le quattro tipologie di pascolo.Le parti bianche sono le nuvole presenti al passaggio del satellite.*

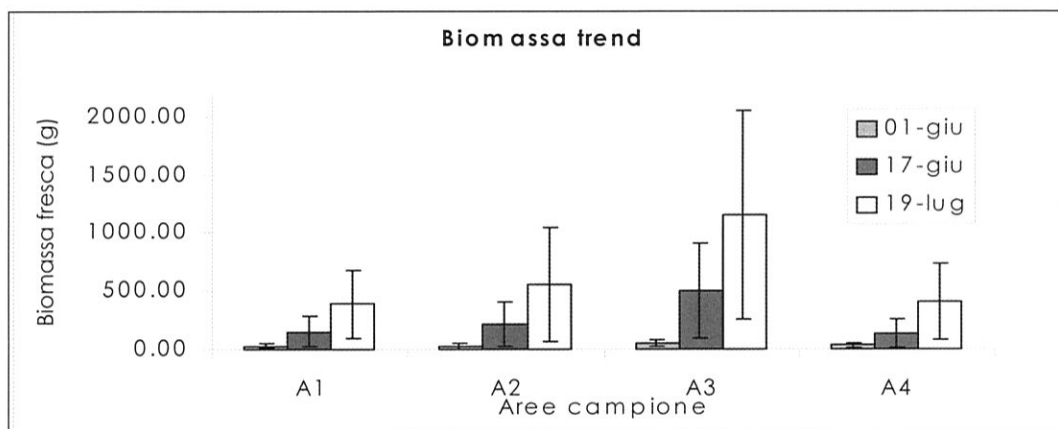



FIG. 8) *Andamento della biomassa in tre date differenti: 1° giugno, 17 giugno e 19 luglio.*

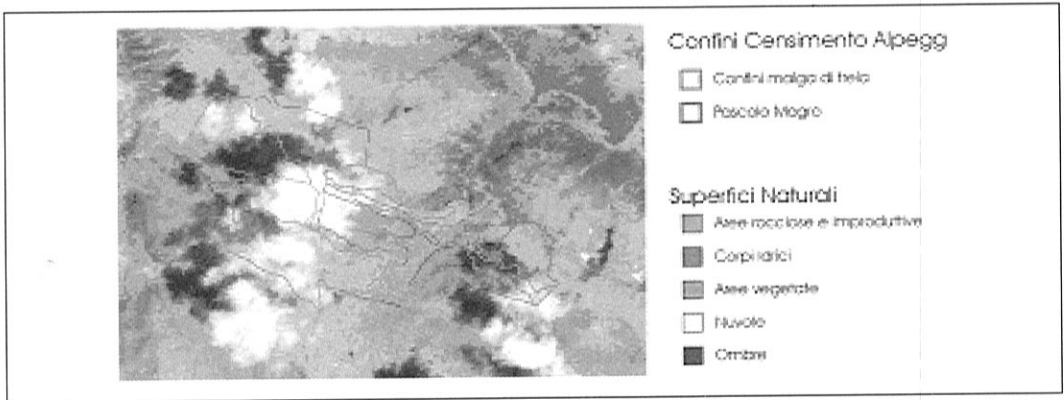



FIG. 9) *Immagine Landsat7 ETM+ RGB (432) falsi colori con sovrapposta i vettori della Regione Lombardia del Censimento Alpeggi, 2000.*

opportuni e il più possibile adeguati alle diverse situazioni vegetazionali.

Infine i valori ottenuti elaborando le immagini Landsat ETM+ confermano che le tipologie diverse hanno comportamenti diversi come ci si aspettava dai valori di campo; inoltre i valori di biomassa mantengono le proporzioni relative evidenziate dalle misure a terra. I valori quantitativi ottenuti sono distribuiti nello spazio e consentono perciò di suddividere l'area in zone a gestione differenziata.

BIBLIOGRAFIA

Dati Regione Lombardia, contenuti nel CD "*Malghe e alpeggi in Lombardia*, SIAlp" Regione Lombardia, 2002.

MINO N., SAITO G., OGAWA S., 1998. "Satellite monitoring of changes in improved grassland management", *Iternational Journal of Remote Sensing*, 19: 3, 439-452.

WYLIE B.K., HARRINGTON J. A., JR. PRINCE, 1991. "Satellite and gound-based pasture production assessment in Niger: 1986-1988", *Iternational Journal of Remote Sensing*, 12: 6, 1281-1300.

ZANATTA G., GUSMEROLI F., 1999. "Utilizzazione e funzione agroambientale dei pascoli alpini. Linee guida per la redazione del piano di gestione del pascolo ai sensi del Regolamento CEE 2078/92". Dispensa pubblicata dalla CIA, Confederazione Italiana Agricoltori Lombardia.

ZILIOLI E., MAGGI M., BOSCHETTI M., 2001, *Telea, appunti e spunti di telerilevamento*, CNR Regione Lombardia.

PRIME STIME DI BIOMASSA FORESTALE TRAMITE L'UTILIZZO DI IMMAGINI SATELLITARI NELLA PROVINCIA DI PORDENONE

Mauro G. (*), **Nassimbeni G.** (*), **Altobelli A.** (**), **Napolitano R.** (**)

(*) CETA (Centro di Ecologia Teorica ed Applicata - Gorizia)
(**) Dipartimento di Biologia - Università degli Studi di Trieste

Introduzione

La realizzazione di impianti per la generazione di energia, per l'utilizzo energetico delle biomasse forestali nelle piccole realtà montane, necessita di informazioni relative alla quantità e alla localizzazione geografica delle risorse forestali. L'utilizzo di dati satellitari per la stima di parametri vegetazionali costituisce uno strumento innovativo in questo settore di ricerca, potenzialmente in grado di garantire un monitoraggio aggiornato della biomassa forestale effettivamente presente sul territorio. Tramite il telerilevamento si possono, infatti, stimare alcuni *parametri biofisici* relativi alla vegetazione forestale, tra i quali anche la fitomassa.

Il presente lavoro è relativo all'attività che il CETA (Centro di Ecologia Teorica ed Applicata) di Gorizia, in collaborazione con il Dipartimento di Biologia dell'Università degli Studi di Trieste, sta svolgendo in questo ambito. In particolare si propone l'utilizzo congiunto di immagini satellitari a diversa risoluzione spaziale–spettrale, accompagnato da contemporanee misure eco-fisiologiche realizzate in campo, per stimare in modo indiretto la biomassa forestale della Provincia di Pordenone.

La stima della biomassa tramite telerilevamento

Numerosi autori (e.g.: Tucker et al., 1985; Cook et al., 1989; Benedetti et al., 1991; Rondeaux et al., 1995; Clevers e Leeuwen, 1996; Borfecchia et al., 2001) hanno evidenziato l'esistenza di relazioni tra indici di vegetazione, elaborati sulla base dei dati telerilevati, e parametri relativi allo stato di salute delle colture legnose nonché alla loro produttività. Il presente studio propone di utilizzare la relazione esistente tra indice vegetazionale *NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)* e biomassa legnosa (Roehrig, 1991). La procedura prevede l'utilizzo di dati satellitari sulla base dei quali elaborare l'indice di verde *NDVI*: esso è una misura della differenza di riflettanza

della superficie nelle porzioni del rosso (Red) e dell'infrarosso vicino (NIR) dello spettro [rapporto normalizzato tra NIR e Red: (NIR-Red)/(NIR+Red)], che descrive la relativa quantità di biomassa fotosinteticamente attiva (Jurry e Weeks, 1997). I valori, che questo indice assume, variano da –1 a +1: valori bassi (< 0,05) indicano la presenza di terreni nudi, coperti da rocce o similari, mentre valori elevati (>0,66) indicano la presenza di una vegetazione rigogliosa. Partendo da questi valori si procede dapprima a stimare la chioma arborea (anche tramite il confronto con le misure LAI - Leaf Area Index o Indice di Area Fogliare - effettuate sul campo) per derivare, in un secondo tempo, la biomassa legnosa.

Rispetto ai precedenti lavori svolti in questo settore, il presente studio introduce due rilevanti elementi innovativi:

1. L'utilizzo di immagini satellitari ad elevata risoluzione spaziale. È stato previsto l'utilizzo di immagini satellitari Quickbird (pixel 2,8m nel multispettrale, 4 bande, dal visibile al vicino IR) su cui elaborare indici di verde da porre a confronto con quelli derivati dall'immagine satellitare Landsat7 ETM+.

2. Il taglio raso delle essenze vegetali in due piccole aree campione e la conseguente misura puntuale della biomassa fresca.

L'area oggetto di studio e le fasi temporali del progetto

L'area oggetto di studio è il territorio montano e pedemontano della Provincia di Pordenone (fig.1), caratterizzato da un clima submediterraneo, con lunghi

FIGURA 1) *L'area di studio: il territorio montano e pedemontano della Provincia di Pordenone.*

autunni umidi, inverni asciutti e con nevi abbondanti e tardive, primavere piovose e estati calde. L'intera provincia si suddivide in 50 Amministrazioni Comunali, delle quali 10 ricadono in zona montana e 14 in collina.

Le fasi temporali, previste per la ricerca in corso, sono le seguenti:

1. *Posizionamento e studio di due aree saggio.*
2. *Analisi dei dati di biomassa forestale attualmente presenti (stime tradizionali).*
3. *Acquisizione delle immagini satellitari a media ed alta risoluzione spaziale.*
4. *Taglio raso delle essenze vegetali presenti nelle due aree saggio di cui sopra.*
5. *Elaborazione dei dati satellitari e confronto con dati di biomassa forestale reali o stimati in modo tradizionale.*
6. *Estensione delle risultanze ottenute nelle aree saggio a tutto il territorio considerato.*

Alcune di queste fasi sono già state realizzate, mentre altre, a causa di problemi legati all'acquisizione delle immagini satellitari, verranno realizzate nell'anno in corso (2003).

Fasi realizzate

1ª Fase. Posizionamento e studio di due aree-saggio.

L'utilizzo di immagini satellitari ad elevata risoluzione spaziale implica l'elaborazione di indici vegetazionali per aree georeferenziate in modo accurato. Nell'ambito di uno studio relativo alla relazione tra dati telerilevati e fitomassa devono essere presenti, inoltre, dati dettagliati di biomassa forestale (derivanti da stime tradizionali, o, come nel caso specifico sia da stime tradizionali sia da misurazioni precise per mezzo di taglio e pesatura).

Il primo problema che ci si è trovati ad affrontare nel corso di questa ricerca è stato, perciò, quello del "corretto" posizionamento di aree saggio: esse dovevano trovarsi all'interno delle formazioni forestali più importanti per questo territorio, con condizioni topografiche (pendenza, esposizione) non sfavorevoli ai rilievi sul campo e alla ripresa satellitare. Proprio per questo, in un primo momento è stata realizzata un'indagine preliminare sui boschi nella Provincia di Pordenone. Nel corso del 2002, la Direzione Regionale delle Foreste e della Caccia della Regione Friuli Venezia Giulia ha portato a termine l'elaborazione della cartografia digitale delle formazioni forestali regionali. Utilizzando questa fonte sono state valutate le superfici boscate, distinte per tipologia (software usato: ARCGIS8). Si è evidenziato che la maggioranza dei boschi del Pordenonese è costituita da faggete (40%) mentre le pinete a pino silvestre e pino nero, i boschi a carpino nero o a robinia costituiscono formazioni forestali secondarie. Il faggio è certamente la specie arborea che maggiormente caratterizza la vegetazione forestale del Friuli Venezia Giulia per la frequenza degli ambienti con inverno freddo, ma non troppo, primavera nebbiosa e senza gelate, periodo vegetativo lungo, ma senza eccessi di evapotraspirazione e suolo con ottime condizioni fisiche (Del Favero et al., 1998). Nella fascia montana della provincia di Pordenone dominano le faggete pure e miste con larice, abete rosso, abete bianco o carpino del distretto esalpico[1], caratterizzato da precipitazioni abbondanti (2200-3000 mm ad est e 1800-2000 mm ad ovest) e temperature medie annuali che oscillano tra i 10-11°C.

In un secondo momento è stata fatta un'analisi per individuare nel territorio le condizioni topografiche più adatte al posizionamento delle aree saggio. Oltre alla presenza di faggeta, le condizioni considerate, al fine di agevolare le operazioni di taglio e per evitare l'ombreggiamento delle aree al momento del passaggio satellitare, sono state le seguenti: presenza di una pendenza inferiore a 30°

[1] Il clima del Friuli Venezia Giulia è stato diviso in sette distretti climatici principali. Quello esalpico caratterizza la parte esterna della catena alpina ed è molto esteso nella regione (Bortoli et al., 2000).

ed esposizione non settentrionale. Per lo studio delle caratteristiche topografiche è stato creato il modello digitale del terreno (DTM) dell'area oggetto di studio. Esso è stato realizzato tramite l'interpolazione (metodo *Linear Rubber Shetting* - software ERDAS IMAGINE 8.6) dei valori *z* (altitudine) relativi ai layer dei punti quotati e delle curve di livello (direttrici e intermedie) della Carta Tecnica Regionale (CTR), scala 1:25.000, del Friuli Venezia Giulia. Sulla base del DTM sono state classificate 6 classi per la pendenza (< 10°; 10-20°; 20-30°; 30-40°; 40-50°; >50°) e 12 classi per l'esposizione (N; NNW; WNW; W; WSW; SSW; S; SSE; ESE; E; ENE; NNE). Tramite successive operazioni di mascheramento[2] sono state evidenziate tutte quelle zone con le condizioni topografiche richieste.

La foresta G. Ceconi

Tra tutte le situazioni così identificate, in accordo con la Direzione Regionale delle Foreste e della Caccia della Regione Friuli Venezia Giulia, le aree saggio sono state posizionate nella faggeta della foresta Conte Giacomo Ceconi (fig.2), in prossimità dell'abitato di Pie-

FIGURA 2) *Ortofoto della foresta Conte Giacomo Ceconi, con sovrapposte pista forestale (in azzurro), indicazione delle parcelle in cui ricadono le aree saggio (in arancione), principale idrografia e centri urbani (in violetto).*

[2] Mascheramento: questo processo, applicato su immagini raster, permette di generare una nuova immagine derivata dalla selezione dei pixel con determinate caratteristiche. Un file "maschera", appositamente creato, filtra i pixel sull'immagine originale (Erdas, 1999).

lungo (Comune di Vito D'Asio). Questa foresta, gestita dall'Azienda dei Parchi e delle Foreste Regionale, si trova tra i comuni di Vito d'Asio, Clauzetto e Tramonti di Sotto (PN) ed ha un'estensione pari a 1.264 ha. È caratterizzata dalla presenza di valli abbastanza profonde e incise da numerosi torrenti. L'altitudine del comprensorio boschivo varia da una quota minima di circa 320 m, con stazioni forestali caratterizzate da clima temperato, a quella massima di 1467 m del Monte Flagel, in cui il clima è di tipo subalpino con periodo vegetativo fresco e piovoso e inverni rigidi. Nelle stazioni superiori, in particolare in quelle esposte a nord, il manto nevoso permane da novembre a inizio primavera e può raggiungere anche i 2 m di altezza. I suoli forestali sono costituiti prevalentemente da terre brune in massima parte lisciviate, raramente podsolizzate[3]. Vista la variabilità orografica del territorio, i parametri climatici ed ecologici-stazionali variano sensibilmente su superfici ristrette. Ciò determina la presenza di buone e discrete faggete nelle stazioni più fresche esposte a nord, di formazioni stentate e rade di pino nero, pino silvestre, di carpino bianco ed orniello nelle stazioni più aride ed accidentate (Tomè, 1998).

Le due aree di saggio

Le due aree di saggio (ciascuna con un'area di circa 300 m^2) sono state posizionate rispettivamente nella parcella 26 e 36A della Foresta Ceconi.

La prima area di studio è stata localizzata nella parte alta della parcella 26, ad un'altezza di circa 1240 m. Il soprassuolo[4] è caratterizzato da una faggeta, mantenuta a ceduo[5], in evoluzione verso una struttura a fustaia. La struttura della faggeta è biplana con un piano dominato alto mediamente 8 m e un piano dominante alto circa 19-20 m. Dai dati del piano economico della foresta Ceconi, si desume che l'età media delle piante in questa parcella è di circa 70 anni. Si è scelta quest'area perché, secondo l'opinione dei forestali regionali, rappresentativa della situazione delle faggete presenti nel Pordenonese.

L'area studio localizzata nella parte centrale della particella 36A, posta ad un'altitudine inferiore (circa 820 m), presenta una pendenza più elevata rispetto a quella della particella 26. Il soprassuolo è caratterizzato da una faggeta con densità inferiore rispetto alla precedente; la struttura del bosco in questo punto è prevalentemente monoplana, con altezza media degli alberi di circa 23-

[3] Podsolizzazione: migrazione chimica dell'alluminio, del ferro e/o della sostanza organica, che origina la concentrazione di silice negli strati eluviati (Giordano, 1999).

[4] Soprassuolo: si definisce soprassuolo un tratto di bosco che si differenzia da quelli circostanti per i caratteri di composizione, struttura o età, sufficientemente esteso per poter essere oggetto, durante tutto il ciclo produttivo di misure selvicolturali autonome rispetto al bosco restante (Piussi, 1994).

[5] Ceduo – Fustaia. Il governo a ceduo è quello che fa ricorso alla formazione di un nuovo soprassuolo tramite polloni prodotti da gemme (propagazione vegetativa), mentre si parla di governo a fustaia quando il soprassuolo è formato da piante nate da seme (propagazione sessuata) (Piussi, cit.).

24 m. Si tratta di una faggeta mantenuta a ceduo invecchiato magro, rappresentativa di un'evoluzione temporale della precedente (su suoli poco profondi).

La raccolta dati relativa alle aree saggio

Per avere un database dettagliato relativo alle aree saggio, nel corso dell'estate 2002 sono state realizzate alcune campagne di raccolta dati:

- Campagna Forestale
- Campagna misure GPS
- Campagna misure radiometriche
- Campagna misure LAI

Campagna Forestale. Nell'ottica di utilizzare immagini satellitari ad elevata risoluzione spaziale, si è proceduto a realizzare una planimetria per ciascuna area saggio, con posizionamento e identificazione numerica degli alberi. Sono stati misurati il diametro e l'altezza di ogni albero con gli strumenti normalmente utilizzati dai forestali per questo tipo di operazioni, ossia rispettivamente cavaletto (fig.3) ed ipsometro. All'interno delle aree saggio ogni albero da tagliare è stato contrassegnato con una X sul tronco (secondo le modalità normalmente adottate dai forestali per le operazione di taglio).

Campagna misure GPS. Al fine di posizionare precisamente le aree saggio, è stata realizzata una campagna di misure GPS. Lo strumento utilizzato è il

FIGURA 3) *Misura del diametro (tramite cavaletto) e contrassegno (con una X) degli alberi, realizzate durante la campagna forestale relativa alle due aree saggio.*

GARMIN 12CX: la precisione dichiarata è di 15 m circa, sufficiente per posizionamenti di pixel con risoluzione spaziale di 30m come nel caso del Landsat7 ETM+, ma insufficiente per pixel di immagini satellitari ad elevata risoluzione spaziale. Sono stati identificati alcuni *punti base*: il castello Ceconi, posto all'inizio della pista forestale che porta alle parcelle, la malga Battistin, la Malga Albareit, la Malga Rossa, poste lungo la pista di cui sopra, ed i punti centrali delle due aree studio. Si è cercato di definire la *rotta* relativa al sentiero che porta alle due aree studio. Il percorso del sentiero che porta alle parcelle e i vertici delle due aree saggio sono stati successivamente posizionati sulla cartografia digitale 1:25.000.

Campagna misure radiometriche. Al momento del passaggio del satellite Landsat7 ETM+ sono state realizzate misurazioni di tipo radiometrico (fig.4). Dalla stima al suolo della luce incidente e della visibilità, al passaggio del satellite, si possono avere informazioni importanti sia per il *pre-processing* dell'immagine satellitare, sia per un'eventuale implementazione di questi dati nella relazione tra biomassa e NDVI. Lo strumento utilizzato è costituito da tre unità: 1) un'unità ottica costituita da una fotocellula con monocromatore, che scompone la radiazione policromatica in bande il più possibile monocromatiche (per minimizzare eventuali fenomeni di irradianza in corrispondenza della fotocellula è stato utilizzato un "tubo" con fun-

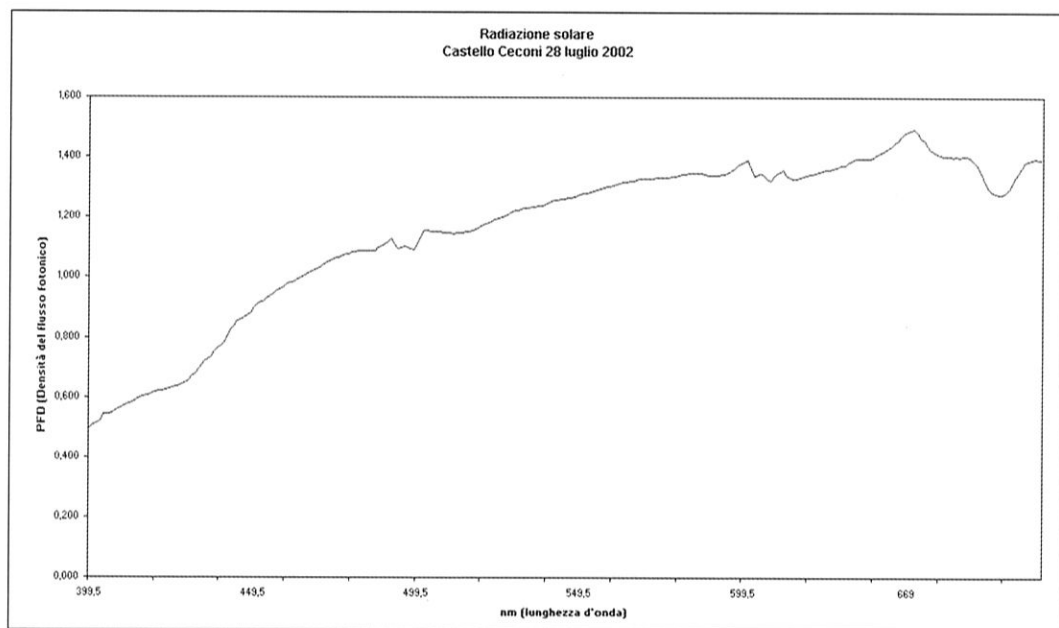



FIGURA 4) *La radiazione solare registrata presso il Castello Ceconi (comune di Vito D'Asio - PN) in data 28 luglio 2002, ore 9:40.*

zione di schermo); 2) un'unità di controllo (quantaspettrometro TECHTUM QSM – 2500), che misura nel range 400 nm ? ë ? 740 nm, la grandezza PDF ë / ë (Photonic Density Flux – densità di flusso fotonico spettrale per lunghezza d'onda unitaria); 3) un'unità di registrazione, ossia una stampante ad aghi.

Secondo la teoria di Koschmieder (1924), la visibilità di un oggetto visto contro il cielo all'orizzonte (V [*km*]) è inversamente proporzionale al coefficiente di estinzione orizzontale ($K_{ext,or}$ [km^{-1}]):

$$K_{ext,or} = K_K/V$$

La costante di Koschmieder (K_K) dipende dalla sensibilità di contrasto soglia dell'occhio umano (2-5 %) e dal contrasto intrinseco dell'oggetto sullo sfondo del cielo all'orizzonte, stimata con un valore di 3,912 (Middleton, 1952). Per il calcolo della visibilità è necessario stimare $K_{ext,or}$ e cioè il rapporto tra l'irradianza solare extraterrestre e quella registrata al suolo (oltre che prendere in esame l'altezza del sole sull'orizzonte e lo spessore dell'atmosfera). Dalla lettura dei grafici prodotti dallo strumento di cui sopra, si può calcolare l'irradianza spettrale ($I_ë$) misurata in W/m^2, registrata al suolo. La visibilità nel P.A.R. (Radiazione fotosinteticamente attiva, 400-700 nm) per il giorno 28 luglio 2002, ore 09:45 è stata stimata essere circa 21 km.

Campagna misure LAI. Per determinare sul campo le caratteristiche della copertura vegetale (copertura, LAI, distribuzione angolare delle foglie) sono state prese in esame due metodologie non distruttive. La prima prevede l'utilizzo di fotografie emisferiche, ossia fotografie con ampio raggio visivo (obiettivo fish-eye di 180°) da cui si può ricavare la geometria della distribuzione delle aperture nonché stimare la penetrazione potenziale della radiazione solare. La seconda è realizzata tramite misurazioni dello strumento LAICOR-2000. Vengono effettuate misurazioni, a diversi angoli rispetto allo zenit, di quanto velocemente la radiazione è attenuata quando passa attraverso la vegetazione. Il LICOR LAI2000 Plant Canopy Analyzer consiste in un sensore ottico a fish-eye e in una unità di controllo.

2ª fase. Analisi dei dati di biomassa forestale attualmente presenti (stime tradizionali).

Contemporaneamente alla 1ª fase, è stata realizzata una stima della disponibilità di biomasse forestali tramite l'analisi dei dati censiti a livello comunale e dei piani economici relativi alle superfici boscate di proprietà regionale. Sono state presi in considerazione i *Piani di assestamento* relativi alle seguenti realtà comunali: Andreis, Aviano, Barcis, Budoia, Caneva, Castelnovo, Cimolais, Claut, Clauzetto, Erto e Casso, Frisanco, Maniago, Meduno, Montereale Valcellina, Polcenigo, Tramonti di Sopra, Tramonti di Sotto, Travesio e Vito D'Asio. Da queste fonti si può risalire ai quantitativi di legno derivante dai boschi di proprietà pubblica. In particolare, per ciascun comune si può calcolare la media dei valori relativi alla provvigione unitaria (m^3/ha) delle singole parcelle (distinte in base all'essenza vegetale). Si ottiene così

Unità fisiografica di gestione 30

Località: MALGA ROSSA I°
Classe Tipologica: C
Proprietà: Foresta Co. CECONI
Comune Catastale: Tramonti di Sotto

Sup. Boscata ha: 17,2990
Sup. Prod. Non Bosc. ha: 5,5850
Sup. Improduttiva ha: 0,2770
Sup. Totale ha: 23,1610

Categoria Gestionale: A - Produzione
Classe di Governo: Fustaia
Metodo di Stima: Stima Sint. Comparativa

Altitudine Massima: 1300
Altitudine Media: 1260
Altitudine Minima: 1200
Esposizione: NW
Pendenza: Inclinata

Tipologie	%	Sup. Boscata
FAGGETA MONTANA TIPICA ESALPICA	100%	17,2990

Posizione: Altopiano
Accidentalità: Non accidentato
Substrato Geologico: Calcari
Tipo di Suolo: Terre brune lisciviate o podsolizzate, mediamente profonde, argilloso-sassose, sciolte, fresche; tipo di humus moder zoogenico.

Descrizione del Soprassuolo
A nord-est fustaia paracoetanea di faggio con densità a tratti elevata, fusti spesso filati e ricurvi alla base; generalmente discreto lo stato vegetativo; novellame sottoposto in parte deperiente. Nella fascia centrale e verso la part. 29 ceduo di faggio con singole matricine sparse o a piccoli gruppi. Densità per lo più rada, migliore in basso verso la part. 28 e 26. Sono presenti anche dei nuclei di spessina con rare piante mature. Piccole aree prative al centro in fase di rimboschimento naturale e vasta area a sud-ovest corrispondente all'ex pascolo della m.ga di Rossa. Isolati soggetti di abete rosso.
Piano dominato a faggio, sorbo montano, salici, ginepro.
Strato erbaceo ad Aposeris f., Adenostyles g., Lathyrus, Fragola v., Dafne m., Cyclamen p., Rosa p., Veronica u., Anemone t., Athyrium f.f., Oxalis a., Rubus i., Rhododendron h., Gentiana a., Salvia g., Erica c., graminacee.
Discreta la rinnovazione naturale di faggio; rara quella dell'acero montano.

Viabilità Forestale	Svil.
Strade principali camionabili	2.050

Sviluppo Totale m: 2.050
Sviluppo Utile m:
Densità Viaria m/ha:

Tariffa Faggio: V
Tariffa Frassino: V
Tariffa Acero: V
Tariffa Quercia: V
Tariffa Lat. Varie: V
Tariffa Pino: IV
Tariffa Ab. Rosso: IV
Età Media Anni: 70
Densità Media: 0,8

Area Basimetrica/ha m^2: 13,7
Statura m: 21,0
Piante per ha n°:
Diametro Medio cm: ,0
Provvigione Reale/ha m^3: 141
Provvigione Normale ha m^3: 227
Incremento Corrente/ha m^3: 3,5
Incremento Percentuale %: 2,50

FIGURA 5) *Esempio di descrizione di una parcella della foresta Ceconi (Fonte: Tomè, 1998).*

un dato di biomassa forestale georiferito al singolo comune: ad esempio la provvigione unitaria media del comune di Polcenigo è pari a 149 m^3/ha.

Relativamente alle superfici boscate di proprietà regionale (Foresta Ceconi, Foresta del Cansiglio e Foresta Prescudin), si è preso in considerazione il *Piano economico dei beni silvopastorali* relativo alla Foresta Ceconi che ha una validità, in termini di pianificazione forestale, relativa agli anni 1998-2009. In questo elaborato c'è una descrizione dettagliata di ogni singola parcella (fig.5): vi sono informazioni relative alla località, alle condizioni topografiche (altezza, accidentalità, esposizione e pendenza), al tipo si substrato geologico e di suolo, nonché un'approfondita descrizione del soprassuolo. Un dato di particolare rilievo per questa ricerca è ovviamente la provvigione unitaria per parcella. Avendo a disposizione la cartografia della foresta Ceconi, con l'identificazione precisa delle aree parcellari, è stato possibile georeferenziare il dato relativo alla biomassa forestale retraibile dalle parcelle mantenute a faggio.

Fasi da realizzare

3ª fase. Acquisizione delle immagini satellitari a media ed alta risoluzione spaziale.

4ª Fase. Taglio raso delle essenze vegetali in due aree saggio precedentemente individuate.
5ª Fase. Elaborazione dei dati satellitari e confronto con dati di biomassa forestale reali o stimati in modo tradizionale.

Dopo aver posizionato e studiato le aree saggio sulle quali operare l'operazione di taglio (1ª fase) ed aver acquisito le informazioni relative alla biomassa presente sul campo (secondo le indicazioni delle stime tradizionali) (2ª fase), la ricerca prevede l'acquisizione di immagini satellitari ad elevata risoluzione spaziale e a media risoluzione spaziale (3ª fase).

Relativamente al sensore ad elevata risoluzione spaziale, l'acquisizione di immagini del satellite Quickbird è stata impedita dall'andamento meteorologico alquanto anomalo dell'estate 2002. Infatti i mesi di luglio e agosto sono stati caratterizzati da abbondanti e frequenti precipitazioni, con conseguente nuvolosità costantemente presente. Come già precedentemente accennato, ciò ha determinato una prosecuzione delle indagini all'anno in corso. È stato invece possibile acquisire l'immagine a media risoluzione spaziale Landsat7 ETM+, in data il 28 luglio 2002 alle ore 09:46:36 (Path 192 - Row 0028). Malgrado sia presente una copertura nuvolosa piuttosto accentuata nel Veneto, in corrispondenza del Lago di Garda, la Provincia di Pordenone si presenta quasi priva di nuvole.

Proprio a causa dell'impossibilità di acquisire immagini ad elevata risoluzione spaziale, la ricerca *non ha potuto procedere nello svolgimento delle ultime due fasi*. Solo quando saranno a disposizione tutte le immagini satellitari, si procederà a tagliare le piante presenti nelle due aree studio con lo scopo di misurare, tramite pesatura, la biomassa realmente presente sul campo (4ª fase). Per poter fare ciò, gli alberi verranno tagliati ad un'altezza di circa 0,3m dal terreno, i tronchi verranno sbrancati e separati dai rami e rametti secondari, suddivisi in unità di due metri, ed infine pesati, oltre che separati sulla base del loro diametro (assortimento). Anche la ramaglia secondaria sarà pesata per valutare il quantitativo di assortimento minore effettivamente retraibile, elemento di non secondaria importanza ai fini energetici.

Dopo il taglio sarà elaborato l'NDVI sui dati Quickbird; questo indice verrà utilizzato per stimare la biomassa forestale, utilizzando la relazione NDVI-LAI-biomassa legnosa (Rhoerig, cit.) (5ª fase). Vista la disponibilità di dati a terra relativi alle due aree studio, il passo successivo sarà comprendere il grado di correlazione con i dati reali (per calibrare l'algoritmo che collega indici del verde e biomassa). La stima della biomassa sull'intera provincia verrà fatta utilizzando i dati Landsat7 ETM+ e si analizzeranno le correlazioni tra stime così realizzate e stime tradizionali. Infine i risultati ottenuti nelle aree saggio verranno opportunamente estesi a tutto il territorio considerato (6ª fase).

Prime elaborazioni: la relazione tra NDVI e biomassa forestale

Per i motivi di cui sopra, le prime elaborazioni sono state limitate ad un'inda-

gine conoscitiva relativamente alla *relazione tra NDVI e biomassa forestale* (dedotta sulla base delle stime tradizionali) e sono state realizzate unicamente sull'immagine a media risoluzione spaziale Landsat7 ETM+.

Fonte dei dati. Lo studio ha preso in esame le seguenti fonti cartografiche:

- l'immagine satellitare a media risoluzione spaziale Landsat7 ETM+ (28 luglio 2002);
- i dati di provvigione unitaria (m^3/ha) riferiti alle realtà comunali della Provincia di Pordenone o alle singole parcelle della foresta Ceconi.
- La carta digitale delle formazioni forestali (fornita dalla Direzione Regionale delle Foreste e della Caccia).
- La carta del Piano Economico relativo alla Foresta Ceconi (in cui vengono individuate le singole parcelle in cui la foresta è suddivisa).

Metodologia adottata. Il trattamento dei dati ha seguito il seguente schema:

1) Pre-processing dell'immagine satellitare Landsat7 ETM+:
   a. Correzione atmosferica: la *Path Radiance* (disturbo determinato dalle radiazioni registrate dal sensore senza aver raggiunto la superficie terrestre, ma riflesse dall'atmosfera) (Lillesand e Kiefer, 1999) è stata stimata come differenza dei due valori di radianza calcolati con il software SBDART [6] (Richiazzi et al., 1998) ad un'altezza di 460 m (Castello Ceconi, punto in cui sono stati eseguiti i rilievi radiometrici) e di 100 Km. I valori così ottenuti, relativi alle bande 3, 4, 5, sono stati sottratti ai valori radiometrici originali.
   b. Correzione geometrica: i dati telerilevati sono stati rettificati nel sistema di coordinate geografiche nazionale (Gauss-Boaga, Fuso Est). La georeferenziazione è stata realizzata con una polinomiale di II° ordine ed il metodo "nearest neighbour", che usa il valore del pixel più vicino nella matrice di input e lo assegna come valore di output. Ciò comporta il vantaggio che i valori originali vengono trasferiti senza ulteriori alterazioni (Lillesand e Kiefer, cit.).
   c. Correzione topografica: la topografia di un territorio non comporta solo distorsioni geometriche sull'immagine satellitare, ma anche un impatto sull'illuminazione. Per mi-

[6] Il software SBDART (Santa Barbara DISORT Atmospheric Radiative Transfer) è disponibile gratuitamente in rete al sito http://arm.mrcsb.com /sbdart/. Questo software si basa sul modello dell'atmosfera LOWTRAN 7 (Kneizys et al., 1988), secondo cui l'atmosfera può essere rappresentata da 33 strati omogenei tra il livello del mare e 100 Km. Con l'inserimento di alcuni dati, come, ad esempio, l'angolo solare zenitale, l'altezza dell'osservatore, la visibilità in km (21 Km, nel caso specifico) si può calcolare la radianza ($W/m^2/str$), relativamente a ciascuna banda spettrale del satellite Landsat7 ETM.

Soprassuolo: si definisce soprassuolo un tratto di bosco che si differenzia da quelli circostanti per i caratteri di composizione, struttura o età, sufficientemente esteso per poter essere oggetto, durante tutto il ciclo produttivo di misure selvicolturali autonome rispetto al bosco restante (Piussi, 1994).

nimizzare gli effetti della topografia alquanto corrugata del territorio montano pordenonese si è deciso di utilizzare il modello "C-Correction". Questo modello rappresenta un'evoluzione del modello di correzione topografica denominata "cosine correction". Tale metodo empirico-statistico si basa sulla legge fisica che correla l'irradianza con il coseno dell'angolo incidente (assumendo una superficie lambertiana[7]). Il risultato della correzione topografica è riportato in fig.6.

2) Elaborazione dell'indice di verde sull'immagine satellitare "corretta". L'indice di vegetazione considerato è l'NDVI.

3) Rasterizzazione della Carta digitale delle formazione forestali. Da questa fonte cartografica è stata estrapolata la tipologia boschiva riferita alle sole faggete. Il dato vettoriale è stato rasterizzato con un pixel delle stesse dimensioni del pixel Landsat7 ETM+ (30 m).

4) Mascheramento della mappa del verde con la carta delle faggete, con lo scopo di ottenere la mappa del verde, basata sull'indice NDVI, relative alle faggete.

A questo punto la ricerca ha preso in esame distintamente le realtà comunali e le singole parcelle della foresta Ceconi.

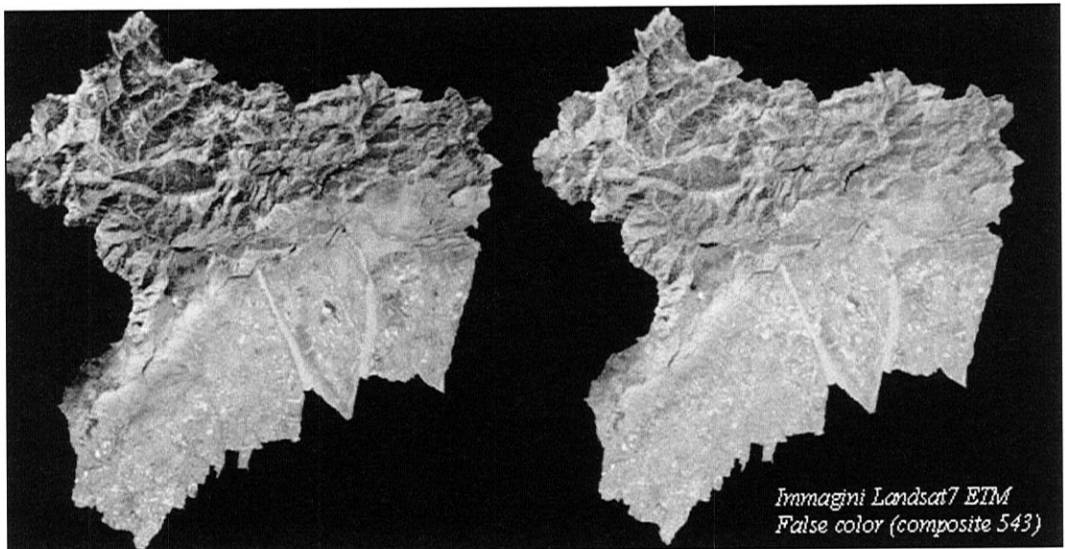



FIGURA 6) *Pre-processing: confronto tra l'immagine corretta atmosfericamente geometricamente e l'immagine topograficamente corretta (C-correction).*

[7] Superficie Lambertiana: superficie che riflette la luce uniformemente la luce in tutte le direzioni (Campbell, 1996). (Piussi, 1994).

Relativamente alle singole unità amministrative la metodologia seguita è stata la seguente:

a. Rasterizzazione della Carta digitale delle singole unità amministrative. Come nel caso precedente, il dato vettoriale (già georiferito) è stato rasterizzato con un pixel delle stesse dimensioni del pixel Landsat7 ETM+ (30m).
b. Mascheramento della mappa del verde, relativa alle sole faggete, con quella delle singole unità amministrative, al fine di ottenere la mappa del verde delle faggete per ogni singolo comune.
c. Analisi del valore medio di NDVI per le faggete di ogni comune (fig.7).
d. Inserimento di questi valori in un piano cartesiano come ordinata contro i valori di proviggione unitaria media, espressi in m^3/ha (in ascissa), relativi alle faggete di ogni comune (dati desumibili dai vari piani di assestamento prima citati).

Relativamente alle parcelle la metodologia seguita è stata la seguente:

a. Georeferenziazione della Carta del Piano Economico relativo alla Foresta Ceconi [8].
b. Sulla base della Carta della Foresta

Faggete nel comune di Polcenigo
Provvigione unitaria 149 m^3/ha
NDVI medio = 0,541

Parcella 26 – Foresta Ceconi
Provvigione unitaria 170 m^3/ha
NDVI medio = 0.586

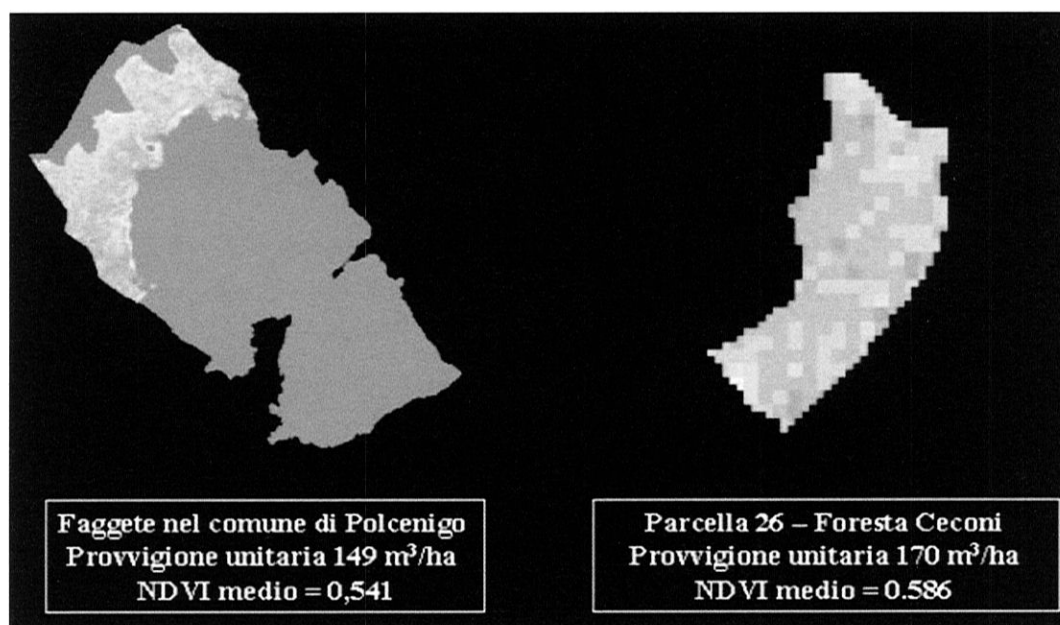



FIGURA 7) *Mappe del Verde, basate sull'indice NDVI, riferite ad una realtà comunale (Polcenigo) ed ad una parcella della Foresta Ceconi.*

[8] Rettificazione nel sistema di coordinate geografiche nazionale (Gauss-Boaga, Fuso Est). La procedura di georeferenziazione è stata realizzata con una polinomiale di I° ordine - metodo nearest neighbour.

Ceconi georiferita, digitalizzazione delle parcelle a faggeta e successiva rasterizzazione delle parcella con pixel da 30m.

c. Mascheramento della mappa del verde relativa alle sole faggete con quella delle singole parcelle al fine di ottenere la mappa del verde delle faggete in ogni parcella.
d. Analisi del valore medio di NDVI per le faggete di ogni parcella (fig.7).
e. Inserimento di questi valori in un piano cartesiano come ordinata contro i valori di proviggione unitaria media, espressi in m^3/ha (in ascissa), relativi alle parcelle analizzate (dati desumibili dai vari piani di assestamento prima citati).

Risultati. Sono state calcolate le rette di regressione tra la biomassa e i valori dell'indice di vegetazione (fig.8).

Nel caso delle mappe del verde delle faggete distinte per comune l'indice di regressione assume valori piuttosto bassi (R^2 = 0,202) e quindi la correlazione non si rivela significativa. Per contro, nel caso relativo alle mappe del verde delle parcelle nella Foresta Ceconi contro i valori di biomassa detraibile dalle stesse, l'indice di regressione (R^2 = 0,616) evidenzia un discreto grado di correlazione con la fitomassa. Questo diverso comportamento può forse essere associato al diverso grado di eterogeneità delle faggete. Infatti, nel caso delle faggete comunali il dato medio di produzione comprende una situazione molto eterogenea (sia per età, che per purezza della faggeta). Per contro nel caso delle parcelle della foresta Ceconi vengono analizzate situazioni relative alle singole parcelle, che sicuramente presentano una situazione più omogenea.

Conclusioni. L'indagine conoscitiva, relativa alla relazione tra NDVI e biomassa forestale, ha messo in evidenza il buon grado di correlazione intercorrente tra queste due variabili per situazioni

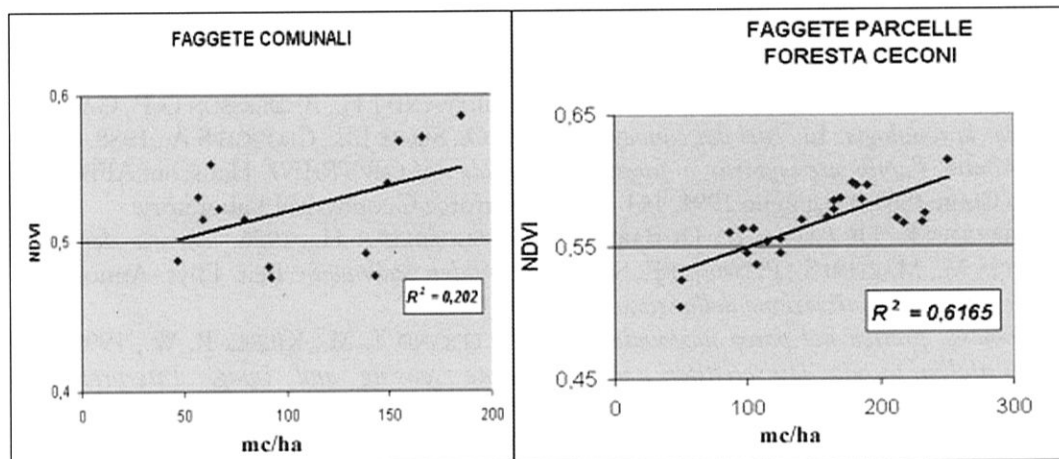



FIGURA 8)8 *Correlazione tra NDVI e Biomassa forestale.*

forestali caratterizzate da elevata omogeneità. Queste conclusioni potranno essere confermate con un'indagine relativa alle parcelle dei singoli piani comunali o delle superfici boscate di proprietà regionale, una volta che saranno messe a disposizione.

Pur consci dei limiti intrinseci relativi all'utilizzo delle tecniche di telerilevamento per stime di questo tipo, si può comunque affermare che questo strumento è potenzialmente utile per calibrare la conoscenza delle risorse del territorio e, quindi, per definirne un loro utilizzo più consapevole.

Ringraziamento. Si desidera ringraziare il Prof. M. Codogno (Univ. Di Trieste), per la collaborazione nei calcoli relativi alle misure radiometriche, e il Dr. Agr. P. Burella (Prov. Di Pordenone), per l'efficienza nella fornitura di numerosi dati.

Bibliografia

BENEDETTI R., MAMBELLI G., ROSSIGNI P., SALSI A., 1991. *L'indice di verde dei dati NOAA-AVHRR per il controllo dell'annata agraria: la fenologia.* In: *Atti del convegno - Monitorare l'ambiente agrario e forestale*, Porto Conte (SS), 4-6 giugno 1991, 161-176.

BORFECCHIA F., DE CECCO L., DI BARI C., IANETTA M., MARTINI S., PEDROTTI F., SCHINO G., 2001. *Ottimizzazione della stima della biomassa prativa nel parco nazionale dei monti sibillini tramite dati satellitari e rilievi a terra.* In: *Atti della 5ª Conferenza Nazionale ASITA*, Rimini, 9-12 Ottobre 2001, Volume I, pp: 279-284.

BORTOLI P.L., COMINO R., STROPPA M., 2000. *Friuli-Venezia Giulia* in *Attraverso le regione forestali d'Italia,* Fondazione S. Giovanni Gualberto, Edizioni Vallombrosa,.

CAMPBELL J.B., 1996. *Introduction to Remote Sensing.* Taylor & Francis, London.

CLEVERS J.G. P.W., VAN LEEUWEN H.J.C., 1996. *Combined use of optical microwave remote sensing data for crop growth monitoring.* In: *Remote Sensing of Environement,* Vol 56, I: 42-50.

COOK EA, IVERSON LR, GRAHAM LR, 1989. *Estimating forest productivity with Thematic Mapper and biogeographical data.* In: *Remote Sensing of Environement,* 28: 131-141.

DEL FAVERO R., POLDINI L., BORTOLI P.L., DREOSSI G., LASEN C., VANONE G., 1998. *La vegetazione forestale e la selvicoltura nella regione Friuli-Venezia Giulia,* Vol. I e II. Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, Direzione regionale delle foreste, Servizio della selvicoltura, Udine.

Erdas, 1999. *Field Guide,* Erdas Inc. Atlanta.

GIORDANO A, 1999. *Pedologia* . UTET, Torino.

JURRY M.R., WEEKS S., 1997. *Satellite-Observed Vegetation as an Indicator of Climate Variability Over Southern Africa.* In: *South African Journal of Science,* 93(1), pp. 34-39.

KNEIZYS F.S., SHETTLE E.P., ABREAU L.W., CHETWYND J.H., ANDERSSON G.P., GALLERY W.O., SELBY J.E., CLOUGH S.A., 1988. *User's guide to LOWTRAN7.* Hanscom AFB, MA, Airforce Geophysical Laboratory.

KOSCHMIEDER H., 1926. *Theorie der horizontalen Sichtweite.* Beit. Phys. Atmos., 12: 33-55.

LILLESAND T. M., KIEFER R. W., 1999. *Remote sensing and Image Interpretation*, Fourth ed., New York, Wiley & Sons.

MIDDLETON W.E.K., 1952. *Vision through the Atmosphere.* University of Toronto Press, Toronto, Canada.

PIUSSI P., 1994. *Selvicoltura generale.* Scienze Forestali ed Ambientali, UTET, Torino.

RICCHIAZZI P., SHIREN Y., CATHERINE G., DAVID SOWLE, 1998. *SBDART: A Research and Teaching Software Tool for Plane-Parallel Radiative Transfer in the Earth's Atmosphere.* In: *Bulletin of the American Meteorogical Society*, Vol.79, 10, pp.: 2103-2114.

ROEHRIG E., 1991. *Biomass and productivity.* In: Goodall D.W., *Temperate deciduous forests - Ecosystems of the world*, 7. Elsevier, pp. 165-174.

RONDEAUX G., STEVEN M., BARET F., 1996. *Optimisation of Soil-Adjusted Vegetation Indexes.* In: *Remote Sensing of Environement*, Vol. 55, 2: 95-107.

TOMÈ A., 1998. *Piano Economico dei Beni Silvopastorali – Foresta Co. G. Ceconi.* Azienda dei Parchi e delle Foreste Regionali.

TUCKER CJ, VANPRAET CL, SHARMAN MJ, VAN ITTERSUM G, 1985. *Satellite remote sensing of total herbaceous biomass production in Senegalese Sahel: 1980-1984.* In: *Remote Sensing of Environement,* 17: 233-249.

IL MODELLO DIGITALE DEL TERRENO COME SUPPORTO DECISIONALE PER INTERVENTI DI VALORIZZAZIONE DEL TERRITORIO MONTANO

R. Chiabrando (*), **D. Godone** (*)

(*) Università degli Studi di Torino, DEIAFA - Topografia e Costruzioni Rurali

1.1

La montagna sta subendo un progressivo processo di declino economico e conseguente abbandono da parte delle popolazioni locali; con una progressiva tendenza ad una marginalità dell'ambiente montano

Una soluzione a questo degrado deve essere ricercata nello sviluppo sostenibile.

Il concetto, espresso dalle dichiarazione del Vertice di Rio del 1992 in poi, è quello di uno sviluppo che si propone di soddisfare alle esigenze del presente senza compromettere le possibilità delle generazioni future.

Un concetto, quello di sostenibilità, che integra gli aspetti ambientali con quelli economici e sociali e che implica obbligatoriamente un approccio interdisciplinare adeguatamente supportato da nuovi strumenti conoscitivi .

Analizzando in particolare l'aspetto ecologico, strettamente connesso con quello economico, si evince facilmente la necessità di conservare e promuovere l'area montana ed il suo ambiente senza operare cambiamenti che comportino processi di ulteriore degrado ; le metodologie di intervento devono quindi essere sostenuti e confortati da supporti informativi basati su tecnologie avanzate.

La necessità di disporre di adeguati strumenti di analisi diventa quindi un'esigenza primaria; il territorio montano è un ambiente complesso ricco di diversità culturale e di tradizioni che ospita una biodiversità superiore a qualsiasi altra ecoregione del pianeta ma che contemporaneamente fa sì che le aree montane siano estremamente fragili e quindi rende indispensabile non tralasciare alcun aspetto (morfologia, assetto idrogeologico, pratiche agricole, ecc.) nel processo di pianificazione del territorio.

1.2

La zona di studio è situata nel territorio della Val Germanasca con particolare riguardo al Comune di Prali e frazioni limitrofe, all'interno della comunità montana Comunità Val Chisone e Germanasca in provincia di Torino.

Ha un'estensione pari a circa 7000 et-

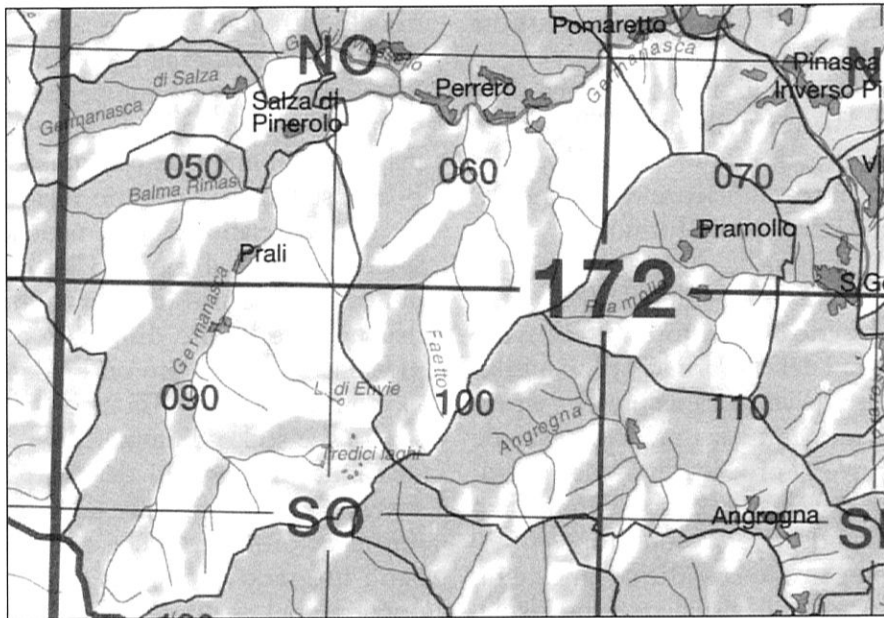



FIGURA 1) *Inquadramento territoriale*

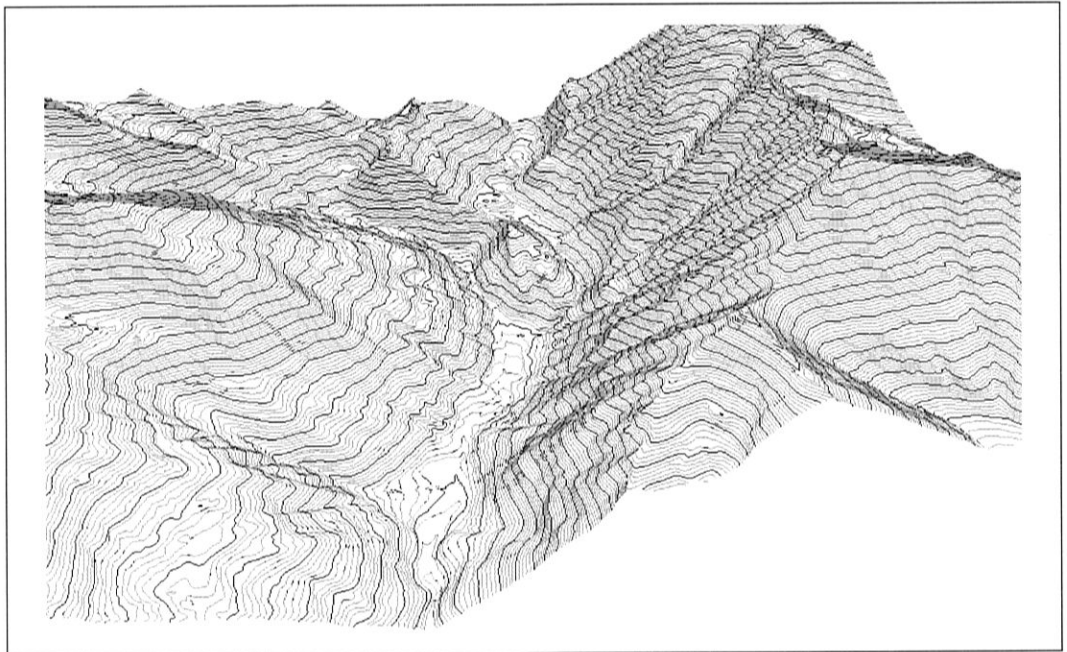



FIGURA 2) *Visualizzazione assonometrica delle isoipse*

quota minima di 900 m ed una massima di 3000 m

Le connotazioni di tipo turistico della Valle e la sua possibile promozione sono state oggetto di studio nell'ambito del Corso di laurea di Scienze e Turismo Alpino dell'Università di Torino.

Nell'ambito delle elaborazioni progettuali è emersa la necessità di poter visualizzare l'assetto del territorio attraverso le elaborazioni delle informazioni acquisibili dai supporti cartografici presenti e contemporaneamente la rappresentazione degli interventi proposti in modo realistico al fine di valutare in modo immediato la fattibilità degli interventi proposti.

Per un corretto e sufficientemente rapido processo di visualizzazione risulta quasi indispensabile essere provvisti di una cartografia di base e di adeguati tematismi in formato numerico infatti la vettorializzazione dell'informazione in formato cartaceo, oltre alla possibilità di generare un decadimento quantitativo della informazione, comporta notevole impegno di risorse e tempo soprattutto nel caso di aree con morfologia complessa e/o di vasta estensione.

Altro elemento fondamentale per la rappresentazione del territorio, non solo montano, è ovviamente rappresentato dall'altimetria.

Tale informazione è reperibile in varie forme: maglie regolari di punti quotati, rappresentazioni a curve di livello, raster rappresentanti con diverso colore le fasce altimetriche.

Nel caso in studio la disponibilità di supporti cartografici risultava quasi ottimale stante la esistenza, presso il Settore Cartografico della Regione Piemonte, oltre alla cartografia numerica di base, di due prodotti relativi all'altimetria : il DTM Piem, un applicativo che permette di generare un modello digitale del terreno con maglia di 50 metri, in coordinate Gauss-Boaga, sull'intero territorio regionale (oltre a diverse elaborazioni tematiche è possibile esportare il modello generato nei più comuni formati di software di elaborazione) e le isoipse dell'intero territorio piemontese, in formato vettoriale .dxf.

Considerata l'estensione della zona in studio si è scelto di impiegare il dato disponibile di massimo dettaglio rappresentato oltre all' insieme delle curve direttrici ed ordinarie anche da curve ausiliarie in grado di meglio rappresentare porzioni del territorio con morfologie particolarmente complesse.

1.3

L'elaborazione del modello digitale del terreno è stata eseguita con il software ArcView™ 8.1 corredato con le extensions 3D Analyst™ e Spatial Analyst™.

Il software utilizza i temi indicati dall'operatore come base di dati altimetrici generando primariamente una maglia irregolare di punti posizionati nello spazio e successivamente un T.I.N. (Triangular Irregular Network) ovvero una maglia irregolare di celle triangolari costruita secondo i criteri della triangolazione di Delaunay.

Un reticolo di Delaunay è formato da triangoli che non si sovrappongono sotto la condizione che nessun nodo del reticolo sia incluso dai cerchi che circo-

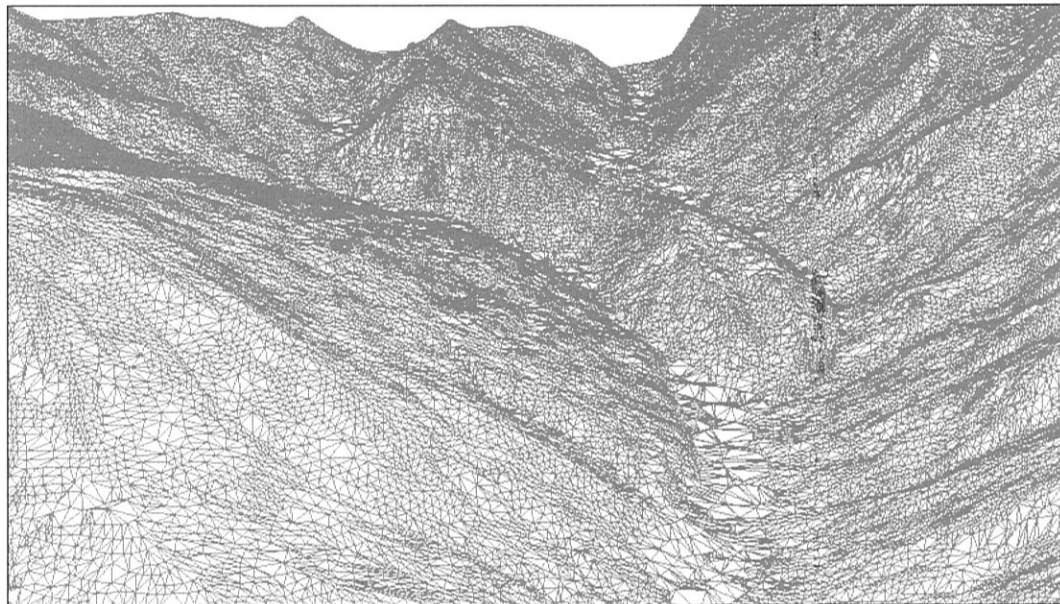



FIGURA 3) *Visualizzazione del TIN*

scrivono i triangoli, tali criteri sono finalizzati alla costruzione di una geometria triangolare ben proporzionata utilizzando i punti a disposizione evitando interpolazioni (come nel caso dei modelli a maglia regolare) possibile causa di errore.

Il modello così generato costituisce un prodotto ancora grezzo che necessita di adeguate rifiniture al fine di rappresentare in modo il territorio da analizzare , in sintesi si tratta di simulare processi naturali ed antropici asportando porzioni del modello per ricreare gli effetti dell'erosione fluviale e le conseguenze degli insediamenti ed infrastrutture.

Successivamente, si inseriscono, o durante l'elaborazione del modello o successivamente, elementi geometrici, tridimensionali, in grado di rappresentare p.e. l'idrografia, la viabilità e l'edificato; il *software*, nota la loro posizione spaziale adatterà la morfologia del modello agli elementi inseriti.

Considerando elementi lineari quali idrografia e viabilità detti *breaklines*, si può osservare un'interruzione dell'andamento del modello, assimilabile ad un'incisione; nel caso di elementi poligonali come i fabbricati possono osservare porzioni del modello, in corrispondenza ai poligoni raffiguranti gli edifici, appiattite.

Per le elaborazioni relative al caso in studio, sono stati impiegati i tematismi del Repertorio Cartografico della Regione Piemonte.

Il risultato di queste elaborazioni rappresenta il punto di partenza per tutta una serie di indagini che sono in grado di essere di valido ausilio nella

valutazione degli interventi da compiere sul territorio.

Infatti il *software* impiegato consente di visualizzare in prospettiva il modello e di aggiungere ad esso elementi quantitativi e qualitativi , gli oggetti utilizzati per affinare il modello possono essere utilizzati per dare allo stesso un aspetto più realistico, p.e nel caso particolare degli edifici è possibile estrudere ogni elemento, utilizzando un attributo della eventuale tabella associata al tema oppure un valore a piacere.

In ogni caso, la rappresentazione ottenuta permette all'operatore di valutare compiutamente la distribuzione dei principali elementi caratterizzanti il territorio e quindi trarne facilmente delle valutazioni qualitative.

In modo analogo è possibile implementare sul modello differenti tematismi quali ad esempio la copertura forestale, l'uso del suolo o le aree a rischio di frana, rendendo molto semplice lo studio della correlazione tra dati territoriali e morfologia.

La modellazione può raggiungere elevati livelli, fino ad essere una rappresentazione del tutto realistica del territorio, inserendo altri particolari come linee elettriche, impianti di risalita, alberi, ecc.

In alcuni casi si possono ottenere buoni risultati "interpretando" i comandi messi a disposizione dal *software*, ad esempio la possibilità di indicare un valore di estrusione ed un valore di *offset* dalla superficie del modello permettono di ricreare in maniera realistica un impianto a fune semplicemente dai dati presenti della Carta Tecnica.

In altri casi cercando tra le *extensions* *freeware* messe a disposizione nel sito web della *software house* è possibile generare, da punti posizionati sul modello, rappresentazioni tridimensionali simili ad alberi appartenenti a specie diverse; tale applicazione risulta di sicuro interesse per creare gli effetti e gli impatti di un intervento in ambito forestale.

Analogamente è possibile inserire, nella costruzione del modello, nuovi progetti integrativi e/o sostitutivi dello stato di fatto.

1.4

Al fine di migliorare ulteriormente i risultati ottenuti sia dal punto di vista della qualità della visualizzazione sia dei contenuti più puntualmente informativi sono stati studiati alcuni *software* presenti sul mercato.

In prima istanza è stato studiato il *software EnVision* dell'USDA *Forest Service* (Dott. E. Lingua – comunicazione personale). Si tratta di un prodotto finalizzato alla visualizzazione tridimensionale di dati ambientali tematici con particolare attenzione all'ambito forestale; nel processo di generazione del modello e della sua vestizione una sezione specifica è dedicata alle caratteristiche del popolamento forestale sia dal punto di vista dei parametrici descrittivi del popolamento che dal punto di vista della rappresentazione grafica.

Il concetto innovativo di tali *softwares* è l'impiego dei databases ecosistemici che in base ai dati vettoriali e alfanumerici tematizzano la ricostruzione del territorio, non solo con differenti colorazioni, ma

con associando ad ogni elemento un insieme di oggetti tridimensionali e/o immagini opportunamente elaborate per ricostruire visivamente il tematismo.

Il risultato finale è senza dubbio di notevole impatto visivo, è infatti da sottolineare come il prodotto permetta notevoli controlli dal punto di vista puramente estetico (immagine di sfondo, controlli sull'illuminazione,ecc.).

Si è anche sperimentato il *software Visual Nature Studio 2*™ appositamente progettato per la rappresentazione fotorealistica del territorio in sinergia tra dati territoriali tematici e rappresentazione grafica di elevata qualità.

Al processo precedentemente illustrato si aggiunge una rappresentazione affidata, non più a soli elementi geometrici, ma ad oggetti bidimensionali e tridimensionali complessi.

La rappresentazione permette di raggiungere elevati livelli di realismo con la possibilità di modificare, al variare degli elementi costitutivi, l'aspetto finale al fine di simulare l'evoluzione degli interventi nei minimi particolari.

L'elevato livello di dettaglio è assicurato da un importante numero di parametri da inserire per la rappresentazione dei singoli elementi costituenti, dalla composizione specifica del sottobosco o al substrato litologico per quanto riguarda elementi naturali oppure, consideran-

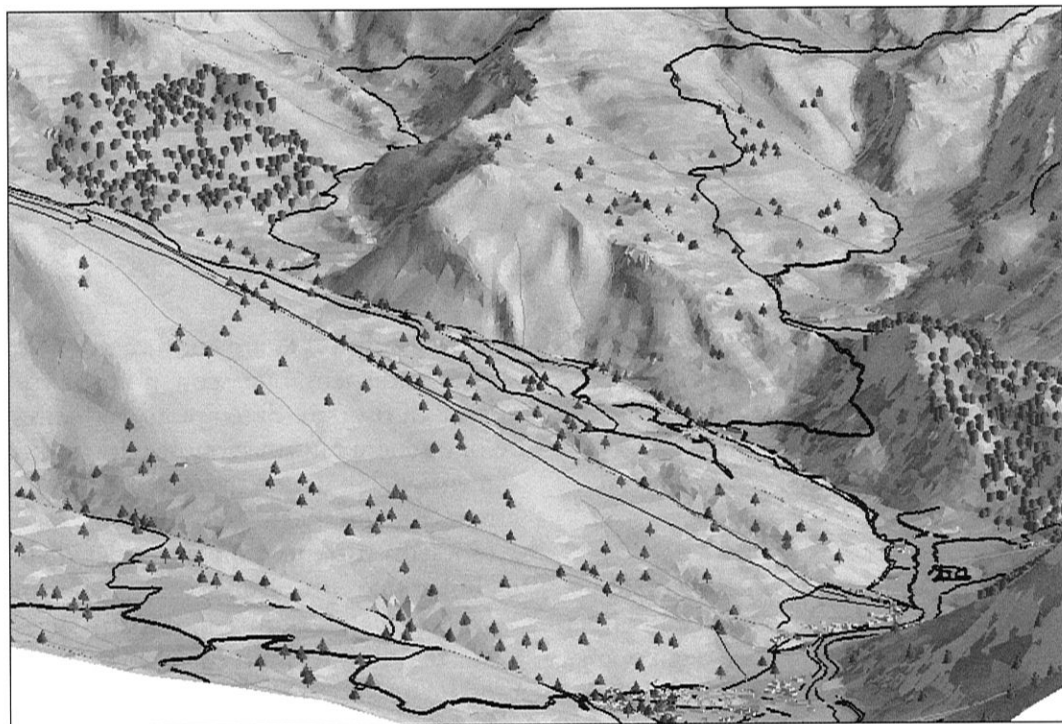



FIGURA 4) *Visualizzazione del TIN con vestizione dei tematismi*

FIGURA 5) *Visualizzazione del modello*

do elementi antropici il profilo della sezione stradale o l'orientamento dei fabbricati di un abitato.

1.5

I risultati ottenuti permettono di affermare come utilizzando base di dati ormai copiosamente a disposizione degli operatori si possa con facilità pervenire a rappresentazioni territoriali di sicuro interesse in grado di ridurre (ma sicuramente non di sostituire) le indagini campo allo stretto indispensabile, con notevoli risparmi di risorse e di tempi, di permettere di ottenere informazioni tematiche tridimensionali e di determinare a priori gli effetti degli interventi proposti.

Inoltre, aspetto non secondario, le elaborazione proposte permettono di compiere valutazioni sull'impatto paesaggistico di interventi di valorizzazione e nello stesso tempo permette di verificare le eventuali situazioni di rischio ambientale specialmente se associate all'u-

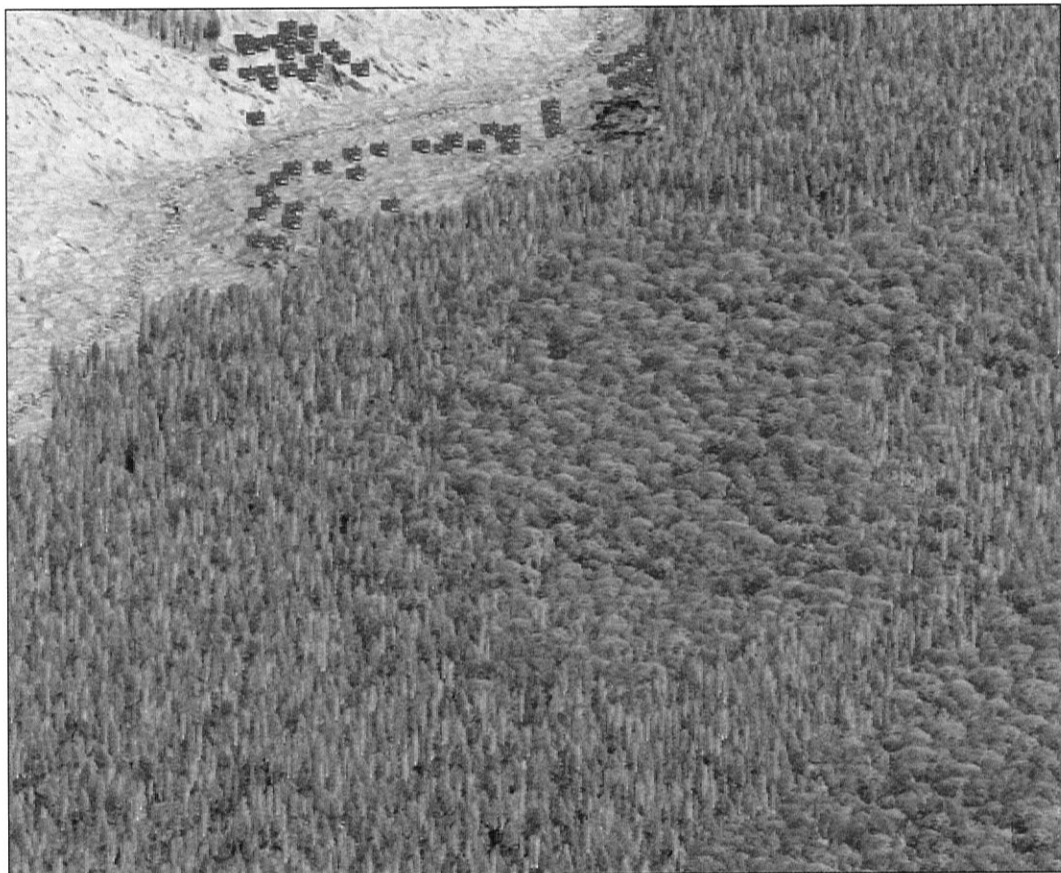



FIGURA 6 *Visualizzazione del modello*

so di applicativi specifici in grado di aumentare il dettaglio della ricostruzione per una definizione sempre più precisa delle proposte di intervento.

I risultati ottenuti possono inoltre essere impiegati come supporto alla promozione turistica delle aree analizzate, in tale specifico contesto si pone la sperimentazione in oggetto finalizzata ad un obiettivo più complesso che è rappresentato dalla ricostruzione fotorealistica della zona di studio e la diffusione della stessa in ambiente web quale strumento avanzato ed interattivo per la promozione turistica.

Bibliografia

RIEDER P., WYDER J. (2000), *Il quadro politico ed economico per uno sviluppo delle aree montane* in Messerli B. (a cura di), *Montagne del mondo – Mountains of the world. A global priority*, Tararà Edizioni, Verbania, pp. 81 - 104

UNCED (1992), *Agenda 21: programma d'a-*

zione per lo sviluppo sostenibile, in particolare: cap. 13 *Gestione degli ecosistemi fragili: sviluppo sostenibile delle zone montane*, Summit della Terra, Rio de Janeiro
JIM SMITH (2003), *3-D Visualization of Forested Landscapes, integration of ArcGIS Personal GeoDatabase and visual nature Studio*, Space Imaging Solutions
MARCO GUALDRINI (1999), *Rappresentazione fotorealistica dell'impatto visivo delle varie fasi di coltivazione e ripristino ambientale in aree di cava, Appennino Romagnolo, a partire da dati rilevati con sistemi GPS ed integrazioni con cartografie GIS*, GEOgrafica

IL MODELLO DIGITALE DEL TERRENO COME SUPPORTO DECISIONALE PER INTERVENTI DI VALORIZZAZIONE DEL TERRITORIO MONTANO

R. Chiabrando (*), **G. Garnero** (*), **D. Godone** (*), **A. Caimi** (**), **S. Stanchi** (**), **E. Zanini** (**), **D. Aigotti** (***), **M. Calafiore** (***), **C. Rossi** (***), **R. Giannini** (****), **M. Quaglia** (****)

(*) Università degli Studi di Torino, DEIAFA – Topografia e Costruzioni Rurali
(**) Università degli Studi di Torino, DIVAPRA – Chimica Agraria silvia.stanchi@unito.it
(***) Provincia di Torino, Settore Difesa del Suolo cristina.rossi@provincia.torino.it
(****) Cooperativa CORINTEA a.r.l. m.quaglia@corintea.it

Introduzione

Con D.G.P. 1655-268964/2001 del 18.12.2001 è stato avviato dalla Provincia di Torino il Progetto strategico "Manutenzione del Territorio".

Il Progetto è scaturito dalle risultanze del Convegno sulla Manutenzione del Territorio (Torino, marzo 2001) in cui è stato puntualizzato il concetto di "manutenzione ordinaria" del territorio, per certi versi innovativo, per altri un ritorno alle tradizionali pratiche da sempre retaggio delle popolazioni montane e contadine in genere; intendendo con tale termine indicare non gli interventi costituiti da grandi opere, regimazioni, opere idrauliche e quant'altro, ma da interventi manutentivi meno pesanti, diluiti nel tempo, mirati ad evitare il realizzarsi di eventi calamitosi più che a curarne i danni.

È stato, infatti, osservato che interventi di manutenzione, se eseguiti in un momento di emergenza o comunque isolati fra loro, sono talvolta inefficaci se non addirittura dannosi perché progettati senza tener conto degli effetti nel tempo, degli effetti nello spazio (a valle e a monte dell'opera) e degli effetti sulle altre componenti del sistema. (AA.VV., 2001).

Tra le iniziative della Provincia c'è la redazione di Piani Operativi di Manutenzione in area montana (comunale e/o di comunità montana), individuando gli interventi, la loro periodicità e l'Ente ed il soggetto responsabile (l'autorità locale preposta alla manutenzione territoriale).

La complessità del territorio montano e collinare ha evidenziato l'esigenza di utilizzare uno strumento versatile per la gestione dei molteplici dati necessari alla pianificazione.

Con i S.I.T. sono stati integrati i dati

di inquadramento della zona di studio, nella fattispecie: elementi morfometrici, caratteri idrografici e idrologici, assetto geologico e geomorfologico, caratteristiche pedologiche e vegetazionali. Successivamente le informazioni sono state organizzate per l'individuazione dei dissesti e la stesura delle linee guida di intervento.

Materiali e metodi

La Provincia di Torino ha individuato due bacini pilota; il primo, non oggetto della presente memoria ha interessato un ambito prettamente montano (Alta Valle di Susa), il secondo, scelto per questa relazione, perché caratterizzato da una maggior spettro di variabili, è situato in Valle Sacra.

L' area di studio, individuata dal bacino del torrente Piova, ha un'estensione pari a circa 3000 ettari e si sviluppa tra una quota minima di 370 metri (confluenza con il torrente Orco) ed una massima di 2406 metri.

Il modello adottato è stato sviluppato a partire da materiale cartografico esistente, successivamente riclassificato e sottoposto ad overlay in ambiente GIS.

La base topografica è data dalla CTR 1: 10.000, cui sono stati sovrapposti l'altimetria della Regione Piemonte, la Carta Geologica, la Carta della Copertura del Suolo.

L'insieme dei suddetti elementi ha permesso la conoscenza basilare della realtà territoriale, mentre l'integrazione con ricognizioni in campo ha permesso di raffinare tale conoscenza e di produrre i primi elaborati cartografici; in questa fase del processo è stata realizzata la prima carta derivata: la **Carta dei dissesti**.

Principale obiettivo di questa fase è la razionalizzazione della gestione dei dati di base della zona di studio con la reale possibilità di aggiornamento e integrazione dei vari livelli informativi. Si deve cioè superare il concetto della semplice archiviazione dei vari dati e della semplice consultazione visiva a favore di un approccio più attivo con una maggiore interazione operatore – dati.

Nelle ricognizioni in campo, oltre a migliorare la conoscenza del territorio, sono state rilevate le situazioni critiche con particolare riguardo alle situazioni con carenza o assenza di interventi manutentivi. Integrando le informazioni precedentemente acquisite o già in possesso dell'operatore è stato possibile generare una seconda carta derivata: la **Carta delle criticità.**

Obiettivo di questa fase è l'arricchimento e l'aggiornamento del repertorio di dati in possesso dell'operatore con le informazioni provenienti dalla ricognizione in campo e quindi l'integrazione tra cartografia e dati territoriali.

La definizione degli ambiti e degli interventi ha richiesto un ulteriore approfondimento della conoscenza della zona con ulteriori contributi dei S.I.T. che hanno permesso di integrare le precedenti informazioni con dati riguardanti la morfologia del territorio. In tale fase è stato generato il modello digitale ed è stato utilizzato come contributo alla valutazione delle priorità di intervento. Durante le elaborazioni è stato comunque effettuato un sopralluogo per la ve-

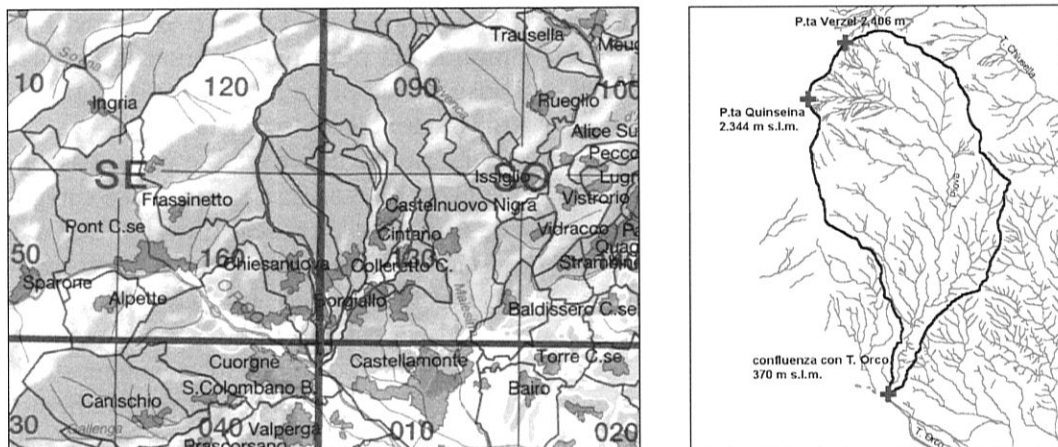



FIGURA 1) *Inquadramento territoriale*

rifica dei risultati; da detta ricognizione sono emersi ulteriori elementi per l'esecuzione dello studio che hanno contribuito a raffinare il risultato finale la produzione della **Carta degli ambiti e la Carta degli interventi.**

Obiettivo di quest'ultimo stadio è la necessità dell'integrazione dei dati con la componente altimetrica e l'influenza di questo aspetto nella pianificazione di interventi in zona montana o collinare. Come precedentemente accennato non si è trattato di una semplice elaborazione, ma il processo ha comportato un confronto con la realtà territoriale per ribadire la necessità di un continuo confronto con il territorio in esame.

Per valutare le possibili fonti di dissesto idrogeologico nel bacino pilota è stato utilizzato un modello parametrico a punteggio semplice, che ha permesso di avere una visione sintetica dei principali fattori predisponenti il dissesto.

Le fasi principali del lavoro sono state così articolate:

- definizione dei tematismi ambientali di base (in formato vettoriale) che maggiormente influenzano la stabilità dei versanti, la dinamica torrentizia ed i processi erosivi
- riclassificazione delle carte di base (input del modello), attribuendo a ciascuna classe di ciascun tematismo considerato un valore di criticità. Tale valore va da un minimo di 1 (criticità molto bassa) ad un massimo di 5 (criticità molto elevata)
- rasterizzazione delle carte di criticità così ottenute ed *overlay* tramite sommatoria dei parametri considerati (*Map Calculator* di *Spatial Analyst*).

Come già anticipato, ai fini della riclassificazione sono stati presi in considerazione:

- geologia
- copertura del suolo (carta delle coperture forestali ed altri usi del suolo)
- pendenza dei versanti (da isoipse 10 m).

L'elaborazione cartografica è stata interamente condotta con il software *Arcview* 3.2, che ha consentito la realizzazione dei tematismi di base in formato vettoriale, mentre la successiva elaborazione, l'analisi spaziale, è stata condotta nell'ambiente raster di *Spatial Analyst*.

Le informazioni relative alla geologia di questo territorio sono state fornite dalla Carta Geologica d'Italia F. 42 (Ivrea).

La riclassificazione è stata effettuata sulla base delle caratteristiche litologico-strutturali, che rappresentano una delle maggiori cause potenziali d'instabilità di versante, come evidenziato da numerosi studi sulla fragilità del territorio e la prevenzione ed il monitoraggio dei rischi, effettuati a scala provinciale.

Da tali studi è infatti emerso che la massima incidenza di aree montane interessate da instabilità di versante (in particolare da fenomeni franosi) si ha su calcescisti, seguiti dal complesso basico delle "pietre verdi" (serpentiniti, prasiniti), mentre gneiss e granitoidi risultano in generale più stabili, ma sono interessati quasi esclusivamente da fenomeni di crollo, che possono avere elevata pericolosità, nonostante la modesta estensione areale.

A partire da queste osservazioni, nella riclassificazione della Carta Geologica è stato quindi attribuito il minimo grado di criticità alle formazioni granitiche, quello intermedio alle formazioni scistose (poco rappresentate nell'area) ed il massimo ai depositi di origine diluviale.

La carta della copertura del suolo è stata costruita sulla base delle indicazioni fornite dai PFT (Piani Forestali Territoriali, in fase di pubblicazione), messe a disposizione da IPLA e Regione Piemonte, sia per quanto riguarda la parte boscata, sia per gli altri tipi di copertura (Regione Piemonte, 1997).

Le tipologie forestali e prato-pascolive possono essere raggruppate in categorie in base alle specie prevalenti ed alla fascia altimetrica occupata, e successivamente riclassificate in base a funzione protettiva rispetto ad erosione, movimenti superficiali di versante, valanghe, stabilità fisica e meccanica del popolamento, posizione evolutiva del popolamento nella serie vegetazionale.

Le restanti tipologie di copertura del suolo possono essere poi riclassificate basandosi sul grado d'impermeabilizzazione del suolo e sulla suscettibilità a fenomeni erosivi e d'instabilità, dovute essenzialmente ad interventi antropici e pratiche gestionali.

Il massimo grado di criticità verrà quindi attribuito a macereti e depositi incoerenti, popolamenti erbacei o arbustivi caratterizzati da un basso grado di copertura del suolo, rimboschimenti fuori areale, cedui invecchiati, aree agricole abbandonate; il minimo grado a cenosi che colonizzano aree a forte pendenza potenzialmente interessate da forti processi erosivi ed a popolamenti che possono contribuire a stabilizzare il versante (soprattutto con l'azione dell'apparato radicale e l'apporto al suolo di sostanza organica).

Nelle classi intermedie si troveranno invece le categorie costituite da prato-pascoli, boschi gestiti (da valutare in campo), boschi di neoformazione.

Per ottenere una prima carta delle pendenze, da utilizzare per le successive

ricognizioni in campo e la schedatura dei dissesti, occorre elaborare un modello digitale del terreno (DTM) per interpolazione delle curve di livello. Per questo scopo si è adottato un modello digitale a maglia regolare con celle di 25 m di lato, che consente di apprezzare in modo significativo l'elevata variabilità topografica tipica dei bacini montani.

Una suddivisione ottimale in classi di pendenza può considerare 5 intervalli con grado di criticità crescente (0-10%; 10-20%; 20-40%; 40-60%;>60%).

Tali intervalli sono significativi in relazione ai fenomeni di erosione superficiale ed ai fenomeni gravitativi ed all'instabilità di versante. Assumono un ulteriore significato in relazione alla meccanizzazione forestale, in quanto rappresentano i limiti cui si fa comunemente riferimento in letteratura per la scelta dei metodi di taglio ed esbosco (Hippoliti, 1997).

In bacini montani, porzioni significative di territorio presentano una pendenza media maggiore del 40% (classe 4), che costituisce un forte limite per la meccanizzazione forestale e l'accesso al bosco, e di conseguenza anche per le operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria del territorio.

I valori di criticità potenziale relativi alle singole carte vengono infine sommati attraverso *overlay* nell'ambiente *raster* di *Spatial Analyst*, come illustrato in Tabella 1.

Si giunge così ad una valutazione complessiva della criticità potenziale del territorio legata alle dinamiche di versante e fluviali, ed alla suscettibilità all'erosione idrica.

Classe di criticità potenziale	**Intervallo di valori totali**
Molto bassa	1-3
Bassa	3-6
Media	6-9
Forte	9-12
Molto forte	12-15

TABELLA 1) *Classi di criticità potenziale*

Essa è sintetizzata nella Carta delle Criticità, che diviene la base per pianificare i sopralluoghi e per evidenziare aree che, ad un primo esame, richiederanno maggiore attenzione.

I valori di criticità più elevata si ritrovano in aree a forte pendenza caratterizzate da suolo nudo o copertura vegetale limitata.

Il modello parametrico descritto consente di suddividere un'area complessa per morfologia, uso del suolo, geologia in classi a diverso grado di criticità.

Tale gerarchia permette innanzitutto di stabilire priorità ed ambiti di intervento sul territorio, ed in secondo luogo di individuare zone in cui la pianificazione richiede particolare attenzione.

La definizione delle criticità presenti sul territorio diventa punto di partenza per i successivi sviluppi del lavoro, ed in particolare per la definizione delle linee guida per la manutenzione ordinaria del territorio.

La **Carta degli Ambiti** deriva quindi direttamente dalla **Carta delle Criticità**, integrata con le osservazioni puntuali effettuate in campo e georeferenziate.

Per ambiti omogenei sono state poi

proposte simili tipologie d'intervento, arrivando a definire concettualmente un abaco criticità – intervento riproponibile, pur con i necessari adattamenti, a nuovi contesti ambientali che necessitino di interventi di manutenzione capillare del territorio. Il momento dell'analisi riassume e integra tutto il lavoro e le informazioni tecniche e interpretative raccolte negli step precedenti.

È quindi possibile tracciare i confini concettuali e cartografici delle **Unità d'ambito**, porzioni del territorio che presentano problematiche analoghe e richiedono pratiche simili di interventi manutentivi.

Risultati e discussione

La finalità della **Carta degli Ambiti**, nel suo riassumere tutte le informazioni ottenute nel lavoro precedentemente svolto, è l'individuazione delle **Unità d'ambito**.

La **Carta degli Ambiti** deriva direttamente dalla **Carta della Criticità**, ottenuta per sommatoria delle Carte di base riclassificate in formato *raster* (*Spatial Analyst*).

Il modello adottato, descritto in precedenza, è di tipo parametrico a punteggio semplice.

I valori di criticità potenziale relativi alle singolo coperture sono sommati con operazioni sequenziali in ambiente raster (*Spatial Analyst*).

Si arriva così ad avere una valutazione globale delle criticità del territorio, legata alle dinamiche fluviali o di versante ed alla suscettbilità di erosione idrica.

Alla valutazione delle criticità potenziali viene affiancata un'identificazione dei fenomeni di dissesto, effettuata in campo, che permette l'integrazione delle informazioni ottenute per semplice elaborazione cartografica con dati reali.

La **Carta degli Ambiti** permette quindi di individuare le porzioni di Territorio, i tratti d'alveo e anche i manufatti in cui si sia riscontrata qualsiasi tendenza, per motivi naturali o antropici, alla riduzione della funzionalità ecologica ed idraulica e, quindi, all'innescarsi del fenomeno del dissesto territoriale.

Di seguito si riporta la legenda di riferimento (Figura 1) alla scala 1:10.000.

Sulla base delle risultanze della **Carta degli ambiti** è stata elaborata la **Carta degli Interventi** (Figura 2) di manutenzione del Territorio che propone le tipologie di intervento, codificate e descritte in modo dettagliato.

In particolare è stata elaborata una matrice-guida **Ambiti-Interventi** che suggerisce, per ciascuna **Unità d'Ambito** individuata e descritta una tipologia manutentiva ritenuta ottimale, tenendo conto dei fattori sia ambientali che operativi ed economici.

Tale elaborato costituisce lo strumento fondamentale per il passaggio dalla fase decisionale e pianificatoria a quella di intervento e gestione.

Conclusioni

La succitata matrice guida deve diventare uno strumento di riferimento, per la pianificazione del territorio attraverso l'arricchimento delle Unità d'Am-

Carta degli ambiti caratterizzati da carente o assente manutenzione

LEGENDA

Ambito di studio

Limite bacino idrografico

Limite sottobacini idrografici

Rete idrografica

Cause che predispongono ad una riduzione della funzionalità ecologica ed idraulica dei corsi d'acqua

2- Tratti d'alveo caratterizzati dalla crescita della vegetazione arbustiva ed arborea che tende ad ostacolare il deflusso regolare delle piene ricorrenti

3- Tratti d'alveo con tendenza all'accumulo, localizzato e circoscritto di materiali litoidi in alveo ostacolanti o parzializzanti il regolare deflusso

4- Tratti d'alveo, mediamente pari a m 50, a monte di attraversamenti con tendenza all'accumulo di materiale vegetale (tronchi, rami, ecc...) e altro materiale (litoide, plastico, ecc...) in grado di ostruire la sezione di deflusso.
Tipologie di attraversamento

- Sezione circolare, diametro inferiore a 120 cm
- Passerelle, sezione con area inferiore o uguale a 5 mq
- Sezione ad arco, sezione con area inferiore a 6.50 mq

5- Tratti d'alveo, mediamente pari a m 20, in corrispondenza di opere minori di attraversamento stradale (ponticelli, tombini, sifoni) e tratti d'alveo canalizzati nei centri urbani con tendenza all'accumulo di depositi litoidi o di altro materiali in grado di ostruire la sezione di deflusso.
Tipologie di attraversamento

- Sezione circolare, diametro superiore a 120cm
- Passerelle, sezione con area superiore a 5 mq
- Sezione ad arco, sezione con area superiore a 6.50 mq

Cause che predispongono ad una instabilità dei versanti

6- Settori di versante in cui le reti di scolo e di drenaggio sono soggette nel tempo a un peggioramento dei deflussi

7- Opere di scolo e di drenaggio localizzata lungo il sistema viario minore (piste, sentieri, ecc..) soggette nel tempo a un peggioramento dei deflussi

8- Settori di versante con tendenza alla formazione di fessure in grado di facilitare l'infiltrazione delle acque superficiali

9- Settori di versante con tendenza al rotolamento di massi pericolanti

10- Settori di versante in cui le coperture vegetazionali tendono a predisporre il versante all'instabilità

10a- Settori di versante con pendenza "4" in cui le coperture vegetazionali tendono a predisporre il versante all'instabilità

10b- Settori di versante con pendenza "5" in cui le coperture vegetazionali tendono a predisporre il versante all'instabilità

13 - Tendenza al deterioramento di opere di protezione spondale (scogliere in materiale sciolti, gabbionate, muri in cls o in c.a.) per resistenza di fenomeni di dissesto strutturale e/o al piede

Scala 1:10.000

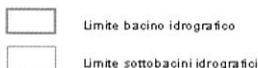
FIGURA 2) *Legenda Carta degli Ambiti*

Carta degli interventi di manutenzione del territorio

LEGENDA

Ambito di studio

Limite bacino idrografico

Limite sottobacini idrografici

Rete idrografica

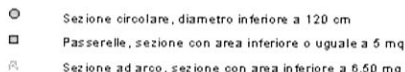
Interventi in alveo

2- Tratti d'alveo da manutenere attraverso una periodica rimozione di vegetazione arbustiva ed arborea, distinti secondo la priorità di intervento:

Priorità 1 — Intensità alta

Priorità 2 — Intensità media

Priorità 3 — Intensità bassa

4- Tratti d'alveo, mediamente pari a m 50, a monte di attraversamenti da manutenere attraverso una periodica rimozione di materiale vegetale e altro materiale (litoide, plastico, ecc..)

Sezione circolare, diametro inferiore a 120 cm

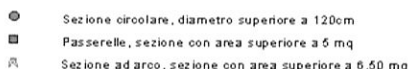
Passerelle, sezione con area inferiore o uguale a 5 mq

Sezione ad arco, sezione con area inferiore a 6.50 mq

5- Tratti d'alveo, mediamente pari a m 20, in corrispondenza di opere minori di attraversamento stradale (ponticelli, tombini, sifoni) e tratti d'alveo canalizzati nei centri urbani da manutenere attraverso una periodica rimozione di depositi litoidi o di altri materiali

Sezione circolare, diametro superiore a 120cm

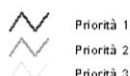
Passerelle, sezione con area superiore a 5 mq

Sezione ad arco, sezione con area superiore a 6.50 mq

Interventi sui versanti

7- Opere di scolo e di drenaggio localizzata lungo il sistema viario minore (piste, sentieri, ecc...) soggette nel tempo a un peggioramento dei deflussi

Priorità 1

Priorità 2

Priorità 3

10a- Interventi sulle coperture vegetazionali che predispongono il versante all' instabilità su rimboschimenti

10b- Interventi sulle coperture vegetazionali che predispongono il versante all' instabilità su castagneti

Stazioni di monitoraggio

18- Stazione di monitoraggio finalizzata al controllo periodico di aree

19- Stazione di monitoraggio finalizzata al controllo periodico di situazioni puntuali

20- Stazione di monitoraggio finalizzata al controllo periodico di sezioni d'alveo

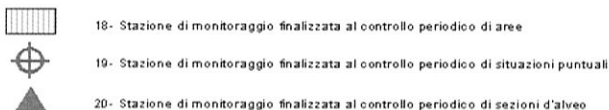



FIGURA 3) *Legenda Carta degli Interventi*

bito e delle Unità di Intervento, grazie all'inserimento di nuovi bacini di studio.

Infatti, la metodologia proposta si pone come obiettivo la definizione dell'intervento manutentivo in relazione unicamente alla tipologia di dissesto e non tanto al contesto specifico.

Lo studio ha permesso di definire il metodo di riferimento da adottare in futuro; il successivo obiettivo è la stesura di un manuale di interventi manutentivi, in grado di definire modalità e tempi di intervento, derivati dall'analisi di un repertorio sempre più vasto di casi studio.

Bibliografia

AA.VV. (2001), "La manutenzione del territorio", Atti Convegno Torino, 9 marzo 2001, Provincia di Torino.

Regione Piemonte – Ass.to Economia Montana e Foreste – Settore Economia Montana e Foreste (1997), "I tipi Forestali del Piemonte",IPLA, Torino.

G. HIPPOLITI (1997), *Appunti di meccanizzazione forestale*, Studio Editoriale Fiorentino, Firenze, pp 313-316

AA.VV., 1996, *Landslides Investigation and mitigation*. Special Report 247, Transportation Research Board National Academy Press, 671 pp.

AHRENDT H., 1972, *Zur Stratigraphie, Petrographie und zum tektonischen Aufbau der Canavese-Zone und ihrer Lage zur Insibrischen Linie zwischen Biella und Cuorgnè (Norditalien)*. Göttinger Arb. Geol. Paläont., 11, 1-89.

BAGGIO P., 1963, *Osservazioni geologiche sulla Zona del Canavese s.s., nel tratto Cuorgnè-Issiglio (Prealpi Piemontesi)*. Atti Acc. Sci. Torino, 97, 457-478.

BAGGIO P., 1963b, *Sulla presenza di una Serie Titonico-Cretacea nel Canavese s.s.* Atti Ist. Veneto Sci. Lett. Arti, 121, 215-234.

BAGGIO P., 1965a, *Geologia della Zona del Canavese nel settore occidentale Levone-Cuorgnè (Prealpi Piemontesi)*. Mem. Acc. Patavina S.M.N., 77, 41-72.

BAGGIO P., 1965b, *Caratteri stratigrafici e strutturali del Canavese s.s. nella zona di Montalto Dora (Ivrea)*. Mem. Ist. Geol. Min. Univ. Padova, 25, 1-25.

BIINO G. & COMPAGNONI R., 1989, *The Canavese Zone between the Serra d'Ivrea and the Dora Baltea River (Western Alps)*. Eclogae geol. Helv., 82, 413-427.

BIINO G., CASTELLI D.& ROSSETTI P., 1986, *Plutonisme acide et basique dans le socle de la Zona du Canavèse: relations entre le "granite de Belmonte" et les gabbros dans la région de Cuorgnè (Alpes occidentales)*. C.R. Acad. Sci. Paris, 303, 1473-1476.

BIINO G., COMPAGNONI R. & NALDI M., 1988, *The Canavese Zone near Ivrea (Western Alps)*. Rend. Soc. Geol. It., 11, 85-88.

ENEL 1990, *Relazione sul rilevamento geologico strutturale in scala 1:100.000 del sistema di dislocazioni Canavese-Cremosina e del Massiccio Dora-Maira.*

FENOGLIO M., 1930, *Studi petrografici sulla Zona del Canavese. Il granito di Belmonte.* Per. Min., 3, 213-258.

FENOGLIO M., 1933, *Studi petrografici sulla Zona del Canavese. Gabbri anfibolitici, lherzoliti e serpentine*. Per. Min., 4, 42-85.

FENOGLIO M., 1955, *Limiti occidentali della Zona Ivrea-Verbano e i suoi rapporti con la Zona del Canavese*. Atti Acc. Sc. Torino, 90, 284-296.

FRANCHI S., 1905, *Appunti geologici sulla Zona diorito-kinzgitica Ivrea-Verbano e le formazioni adiacenti.* Boll. R. Comit. Geol. It., 36, 270-298.

ISSEL A., 1893, *Appunti geologici sui colli di Baldissero (Canavese)*. Boll. Soc. Geol. It.,

12, 255.
NOVARESE V., 1929, *La Zona del Canavese e le formazioni adiacenti*. Mem. descr. Carta Geol. It., 12, 255.
QUAGLIOLO P., 1986, *Studio geologico della "Zona del Canavese" nel settore di Castellamonte*. Tesi di Laurea inedita, Univ. Studi Torino. 94 p.
SHMID S. M., ZINGG A. & HANDY M., 1987, *The kinematics of movements along the Insubric Line and the emplacement of the Ivrea Zone*. Tectonophysics, 135, 47-66.
SPITZ A., 1919, *Liassfossilien aus dem Canavese*. Verhandl. k. k. Geol. Reichsanstalt, 11, 317-325.
WOZNIAK J., 1977, *Contibution à l'étude des Alpes occidentales internes. La région du Canavèse (Italie)*. Thesis, Univ. Pierre et Marie Curie, Paris.
ZINGG A., HUNZIKER J.C., FREY M. & AHRENDT H., 1976, *Age and degree of metamorphism of the Canavese Zone and of the Sedimentary Cover of the Sesia Zone*. Schweiz. Min. Petr. Mitt., 56, 361-375.

CARTOGRAFIA GEOMORFOLOGICA DELLE AREE DI ALTA MONTAGNA APPLICATA ALLA RIDUZIONE DEI RISCHI NATURALI: INTEGRAZIONE DI RILIEVI TRADIZIONALI E TECNOLOGIE GIS E GPS NEL CASO DI STUDIO DEL CHO OYU – HIMALAYA, TIBET

Massimo Pecci (*)

(*) ISPESL – Dipartimento Insediamenti Produttivi ed Interazione con l'Ambiente (DIPIA). Via Urbana, 167 – 00184 Roma
Professore a contratto di Glaciologia, Dip.to di Scienze Geologiche – Università degli Studi "Roma 3" – Piazza S. L. Murialdo, 1 – 00146 Roma
Comitato Glaciologico Italiano
Comitato Ev-K2-CNR
Comitato Scientifico Centrale del Club Alpino Italiano

1. Introduzione

Nell'ambito delle ricerche svolte dalla spedizione scientifico-alpinistica "Roma 8000" sul versante Nord (tibetano) dell'Himalaya sono state svolte, fino ad ora, nell'area del Cho Oyu, ricerche:

1. nivologiche (PECCI, 2000),
2. chimiche e radiochmiche, (BERNIERI & PECCI, 2001),
3. glaciochimiche, meteorologiche ed ambientali (BALERNA *et al.*, 2003),
4. geomorfologiche, glaciologiche e topografiche con l'uso di tecnologie GIS e GPS.

I risultati delle ricerche, sia pubblicate sino ad ora, sia presentate di seguito, sono stati raccolti in un *data set*, nell'ambito di un Sistema Informativo Geografico specificatamente dedicato alla cartografia ed alla prevenzioni dei processi naturali, che possono evolvere come sorgente di rischio per la presenza umana (scientifica ed alpinistica), nel corso della stagione estiva.

Sotto questa particolare prospettiva viene presentata in questo lavoro la cartografia geomorfologica applicativa dell'area del Campo Base del Cho Oyu, che costituisce l'insediamento umano semi-permanente più alto del mondo (5670 m slm).

Sono inoltre presentati i risultati dei rilievi GPS, finalizzati da una parte alla georeferenziazione degli elementi rilevati e dall'altra alla ricerca e definizione di capisaldi di interesse per una rete di monitoraggio GPS della catena centro Himalayano, centrata sul laboratorio Piramide, al campo base dell'Everest.

2. Localizzazione e caratteristiche geografiche

Il Cho Oyu ("Dea turchese" in lingua Tibetana), la sesta elevazione della terra,

si erge imponente con i suoi 8201 m slm nel settore di massima altezza della catena Himalayana (Fig. 1) a poche decine di chilometri di distanza in linea d'aria dall'Everest (8848 m slm). Questo settore della catena Himalayana costituisce il cuore dell'Asia ed è stato corrugato ed innalzato dalla collisione continentale tra placca indiana e placca asiatica, come testimoniano sul terreno le potenti sequenze di rocce fortemente metamorfosate e che lasciano il posto, verso nord, al Tibet, il più alto altipiano della terra, in costante sollevamento insieme al resto della catena, e naturale bacino di raccolta per il materiale eroso dalla catena e trasportato dagli agenti morfogenetici. L'impronta del territorio è legata principalmente all'azione dei ghiacciai, secondariamente all'azione dei terremoti, delle acque dilavanti e anche del vento, data la scarsa presenza della vegetazione a causa della quota, e, subordinatamente, dall'azione delle acque incanalate. Insieme ai processi geomorfologici, il clima contribuisce a caratterizzare l'ambiente di questo settore dell'alta montagna Himalayana, che è interessato dalla presenza della *zona di convergenza intertropicale,* il cui movimento verso nord nel periodo estivo e verso sud in quello invernale determina sulla catena, rispettivamente, l'avanzata ed il ritiro del *monsone*, con la relativa alternanza di un semestre piovoso e di un semestre secco. Durante lo svolgimento della spedizione sono state osservate in sito escursioni termiche giornaliere anche vicine ai 30 °C, temperature notturne sempre al di sotto di 0 °C, precipitazioni giornaliere fino a 3 cm di neve, in quanto le precipitazioni, pur cominciando anche nella tarda

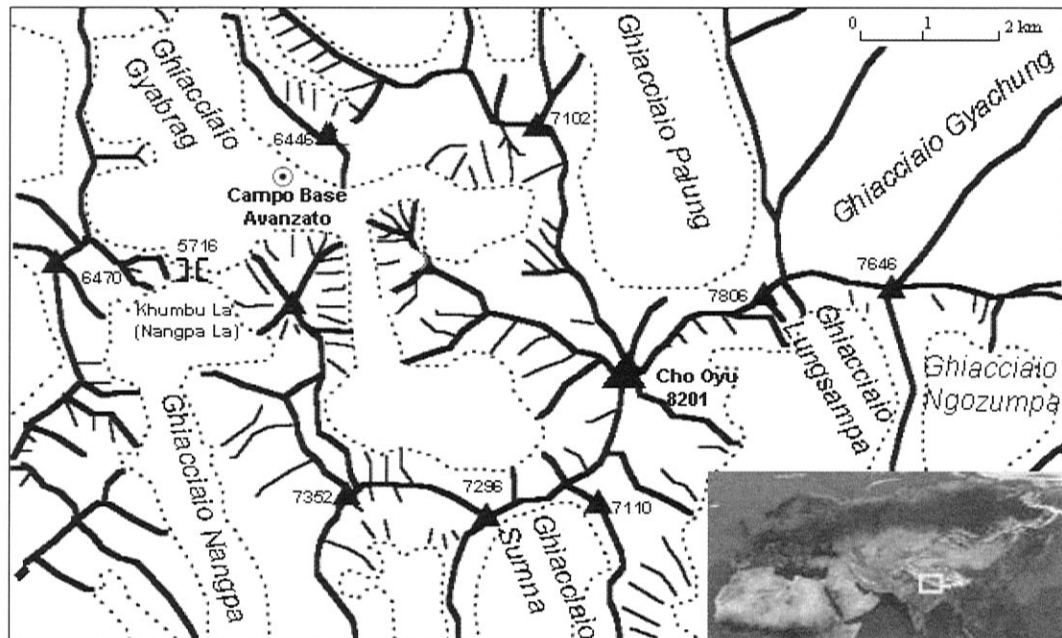



FIG. 1) *Localizzazione e principali elementi topografici e morfologici dell'area in studio.*

mattinata, davano luogo ad un accumulo di neve al suolo soltanto nelle ore notturne, come é facilmente comprensibile dall'andamento riscontrato nell'escursione termica giornaliera (PECCI, 2000).

3. Rilievi GPS

Per il rilevamento è stato utilizzato uno strumento "geodetico" Wild GPS System della Leica, costituito da un sensore SR299/E con controller CR244, che ha lavorato in modalità "statica", con acquisizione dei dati nei giorni 11, 12 e 13 settembre 2000. Le elaborazioni con dati significativi sono state limitate ai soli giorni 12 e 13 settembre, sia in modalità "*single point positioning*", sia in modalità "differenziale", utilizzando i dati acquisiti, in contemporanea, dalla stazione geodetica di Lhasa. In figura 2 è raffigurato il grosso blocco morenico, scelto come caposaldo topografico nell'area del Campo Base Avanzato e denominato Ev-K2-CNR; nella tabella 1 sono sintetizzate le coordinate WGS84 assolute della stazione di Lhasa, che ha quindi operato come "*reference station*".

Le elaborazioni sono state effettuate con software di elaborazione *Ski*, utilizzando *ionofree solution* (L3) su 4 sessioni separate (12-3;13 –1), ottenendo nella prima sessione di elaborazione una massima differenza pari a 0,105 m in posizione orizzontale e pari a 0,248 m in quota. I dati così ottenuti sono stati riportati su una rappresentazione UTM Fuso 45 (meridiano centrale 87° E), non applicando il modello di geoide ed ottenendo quindi la sola quota ellissoidica e non quella ortometrica. Successivamente le coordinate sono state sottoposte ad un processo di "*adjustament*", con compensazione ai "minimi vincoli", considerando la stazione di Lhasa vincolata in posizione e in quota e sono state così ricavate le coordinate corrette e compensate del caposaldo del Campo Base Avanzato, riportate nella tabella 1.

4. GIS e cartografia geomorfologica

Per le finalità cartografiche e gli obiettivi del lavoro si è convenuto di georeferenziare direttamente la base cartografica, non digitalizzando quindi le curve di livello e i vari elementi topografici e morfologici. Sono stati utilizzati come

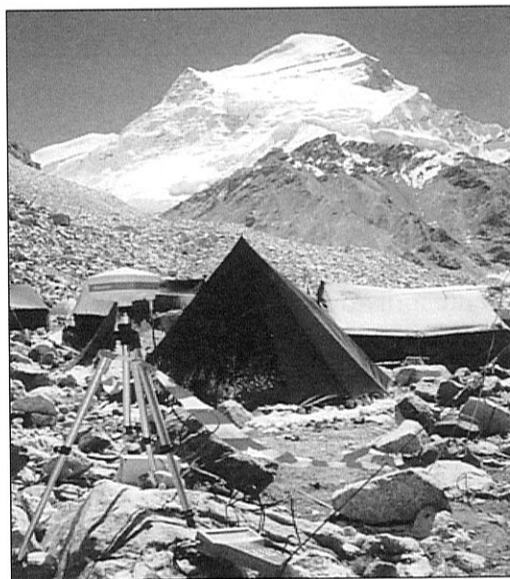



FIG. 2) *Campo Base Avanzato: particolare del blocco morenico su cui sono stati effettuati i rilievi di precisione con il GPS; sullo sfondo il Cho Oyu (8201m slm)*

DENOMINAZIONE PUNTO	Ev-K2-CNR ROMA 8000
MATERIALIZZAZIONE	bollo nero su grosso blocco morenico
METODO DI RILIEVO	statico
MODALITÀ DI RILIEVO	differenziale
Coordinate WGS 84 assolute - stazione di riferimento Lhasa	
Distanza (km)	471.200
Latitudine N	29° 36' 26,42328"
Longitudine E	91° 06' 14,35788"
Quota (m slm)	3624,6600
Rappresentazione UTM – Fuso 45 (meridiano centrale 87° E su ellissoide WGS 84 e correzione ortometrica	
Coordinata N (m)	3110743,682
Coordinata E (m)quota (m slm)	460655.284
quota (m slm)	5670,903
Coordinate geografiche compensate ai minimi vincoli (Lhasa vincolata in posizione e quota)	
Latitudine N	28°07' 17,95837"
Longitudine E	86° 35' 57,80856"
Quota (m slm)	5670,9024

TABELLA 1) *Caratteristiche e coordinate UTM e geografiche compensate del punto topografico presso il Campo Base Avanzato; coordinate della stazione di riferimento di Lhasa*

punti di controllo di terreno il blocco morenico denominato Ev-K2-CNR, e 4 punti di coordinate e quote note e facilmente individuabili sulla carta topografica di base, di cui uno, in particolare corrispondente alla cima del Cho Oyu. Le operazioni di georeferenziazione e di successiva archiviazione ed analisi dei dati, *editing*, visualizzazione e rappresentazione cartografica sono state effettuate in ambiente ArcView GIS 3.1. Le varie coperture (*shapefile*) cartografate sulle carte tematiche di sintesi (Figg. 3 e 4) rappresentano, ciascuna, le aree di competenza, per le varie forme rilevate sul terreno, in un modello di rappresentazione dei dati di tipo "vettoriale".

In particolare nella carta geomorfologica dell'area del campo base del Cho Oyu (Fig. 3) sono rappresentate le principali forme derivate dall'erosione e dal deposito dei processi glaciali e crionivali; laddove possibile, sono stati cartografati elementi particolarmente interessanti ai fini della migliore definizione della dinamica glaciale e ai fini della valutazione dei rischi potenziali: si fa riferimento, rispettivamente, alle grandi vele glaciali ed ai "*penitentes*" (Fig. 5), testimoni entrambi dell'ablazione differen-

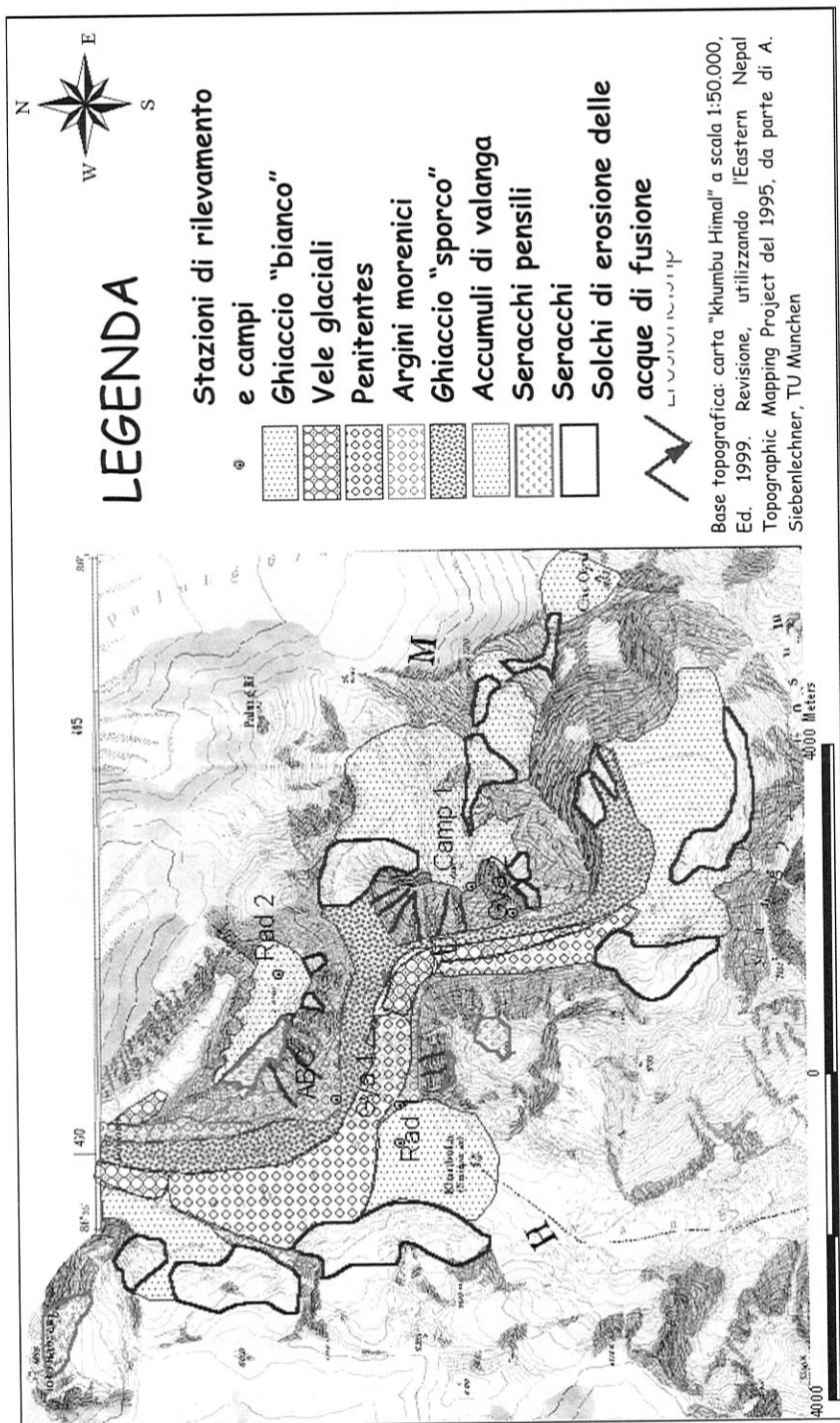



FIG. 3) *Carta geomorfologica relativa alle principali forme glaciali e crionivali nell'area del Campo Base Avanzato (ABC) del Cho Oyu*

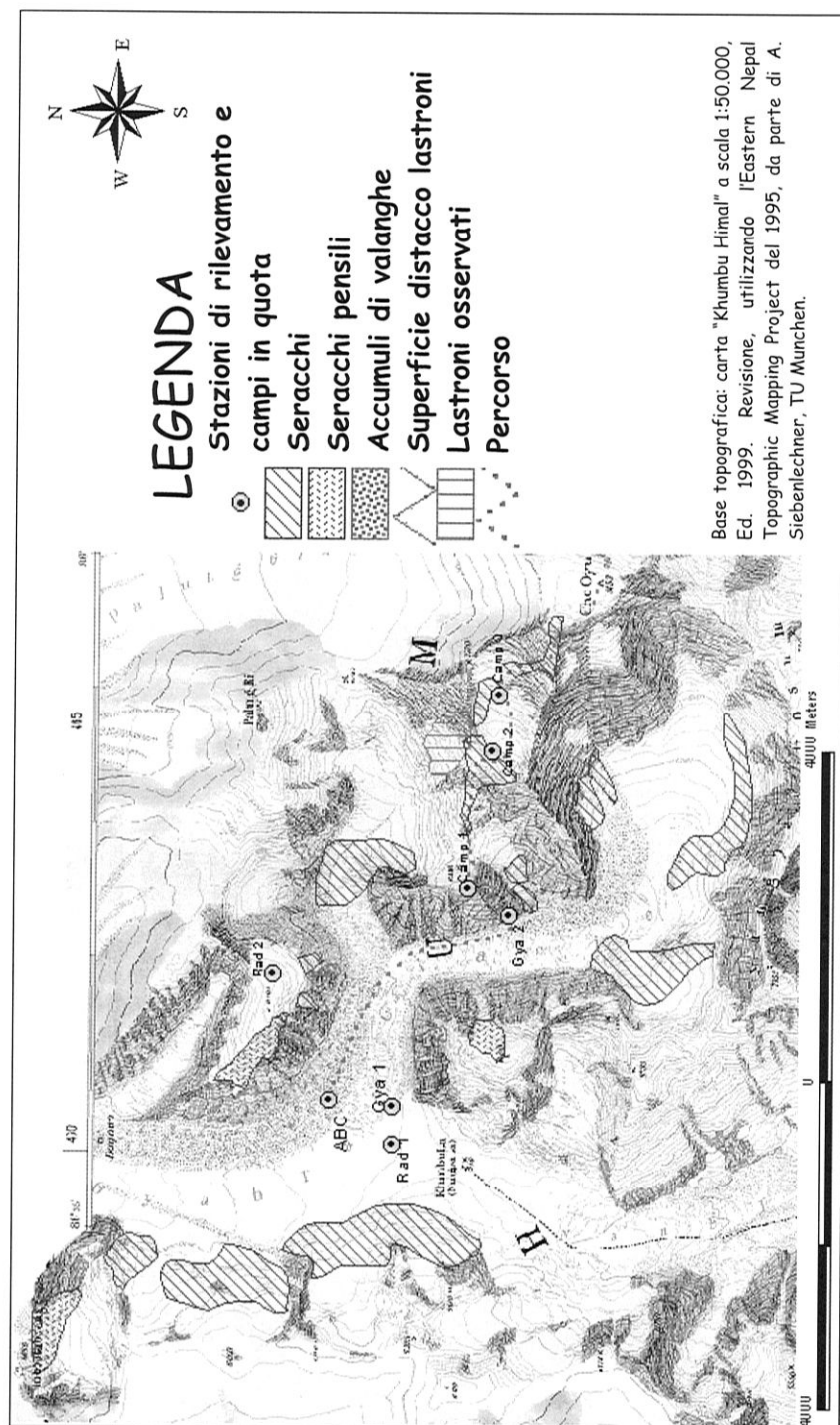



FIG. 4) *Cartografia tematica relativa alle principali sorgenti di rischio per i campi, i percorsi alpinistica e i siti di rilevamento dei dati scientifici*

ziale, e ai seracchi e seracchi pensili, questi ultimi di solito incombenti sui percorsi alpinistici o sui campi più frequentati. Nell'ambito degli apparati glaciali sono state distinte le aree in cui affiorava ghiaccio bianco (*clean ice*) rispetto alle aree in cui la lingua era ricoperta da un mantello detritico (*debris covered ice*).

Nella carta tematica relativa alle principali sorgenti di rischio per i campi, i percorsi alpinistica e i siti di rilevamento dei dati scientifici (Fig. 4) sono state cartografare tutte le aree interessate dalla presenza ed azione degli elementi considerati più pericolosi, vale a dire le valanghe ed i seracchi pensili. Nella legenda sono stati cartografati sia i seracchi, sia i seracchi pensili; i primi, infatti, costituiscono un pericolo principalmente per le vie di accesso alla vetta, mentre i secondi incombono sia sui percorsi, sia sui campi (Fig. 6).

Per quanto riguarda le valanghe, in legenda sono stati distinti gli accumuli di valanga, considerati in senso generico in quanto non è stato possibile determinarne il meccanismo di innesco e quindi classificare il fenomeno valanghivo, rispetto agli elementi osservati e riferibili a valanghe di lastroni (Fig. 7); in quest'ultimo caso si è rilevata e cartografata, in particolare, l'ubicazione e lo sviluppo areale delle superfici di distacco e degli accumuli dei lastroni osservati.

FIG. 5 *Evidente "Vela" glaciale, alta circa 25 m, sulla lingua del ghiacciaio Gyabrag; sullo sfondo si nota bene il canalone da valanga incombente in un'area prossima al Campo Base Avanzato.*

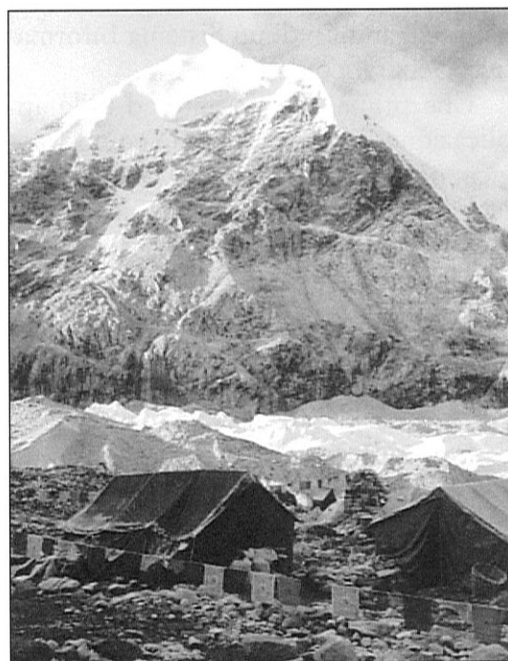



FIG. 6 *Seracchi pensili sulla cima di quota 6600 m slm, poche centinaia di metri a sud del Campo Base Avanzato.*

5. Considerazioni conclusive e prospettive

A seguito dei rilievi GPS e dei rilevamenti geomorfologici, nivologici e gla-

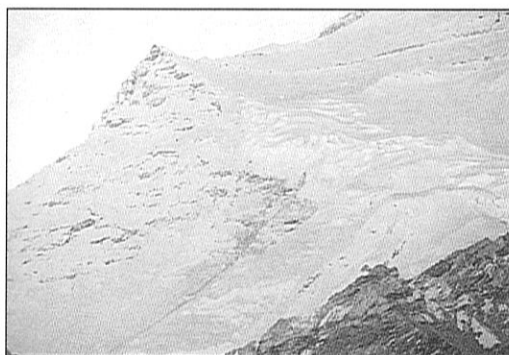



FIG. 7) *Grossa valanga di lastroni, poche decine di metri più in basso rispetto al percorso utilizzato per l'ascensione al Cho Oyu, tra il campo 2 e il Campo 3.*

ciologici è stato possibile stabilire un caposaldo al Campo Base Avanzato e georeferenziare le informazioni e i dati raccolti nell'ambito di un Sistema Informativo Geografico dedicato.

Una prima, interessante ed utile applicazione della cartografia geomorfologica, prodotta a partire dal GIS, è risultata la valutazione, durante lo svolgimento stesso della spedizione, delle condizioni di sicurezza del Campo Base Avanzato, dei percorsi e dei campi superiori rispetto ai rischi naturali presenti, principalmente rappresentati da valanghe e seracchi pensili.

La prospettiva di lavoro è finalizzata alla realizzazione di *data set* aggiornabili su GIS, tramite anche l'uso di GIS/GPS di nuova generazione e portatili e di una specifica scheda di raccolta dati utile per la conoscenza e la gestione delle condizioni di rischio, per i vari percorsi e campi presenti nelle aree remote di alta montagna, sempre più frequentati negli ultimi anni da un crescente numero di persone per motivi turistico-alpinistici, oltre che scientifici e professionali.

Strumenti conoscitivi e tecnologici di questo tipo, che permettano anche l'aggiornamento dei dati in tempo reale, sono in grado di promuovere le conoscenze dell'ambiente e dei processi geomorfologico di alta quota e, parallelamente, di indirizzare scelte e comportamenti verso un più alto grado di sicurezza.

Bibliografia

BALERNA A., BERNIERI E., PECCI M., POLESELLO S., SMIRAGLIA C. &VALSECCHI S (2003) - *Chemical and radio-chemical composition of freshsnow samples from northern slopes of Himalayas (Cho Oyu range, Tibet).* Atmospheric Environment, 37/12, 1573-1581, Elsevier.

BERNIERI E. & PECCI M. (2001) - "*Detection of Chemical and Radioactive Pollution in Mountain region trough "in situ" Measurements*". Abstracts of International Symposium: "Challenges of a Changing Earth", 10-13 July 2001, pag 144. Amsterdam

PECCI M. (2000) - "*Ricerche nivologiche in Himalaya*". Neve e Valanghe, 41, dicembre 2000, 22-29. Trento.

APPLICAZIONE DI METODOLOGIE INTEGRATE PER IL RILIEVO E LA RAPPRESENTAZIONE 3D IN AMBIENTE MONTANO. TEST SITE: LE DOLOMITI BELLUNESI.

V. Achilli, A. Bedin, M. Fabris, A. Menin, G. Salemi, G. Targa
DAUR – Dipartimento di Architettura Urbanistica e Rilevamento
LRG – Laboratorio di Rilevamento e Geomatica
Università degli Studi di Padova

Introduzione

La Gusela del Vescovà, guglia rocciosa situata nel Parco Nazionale delle Dolomiti Bellunesi (figura 1), appartiene al gruppo della Schiara che per la sua orografia è considerato appartenente alle Dolomiti anche se, dal punto di vista geologico si trova a sud di queste. Sono considerate Dolomiti in senso stretto le montagne della linea di faglia della Valsugana, che con la linea del Piave divide le Dolomiti dalle Prealpi Venete. Nel corso delle ere geologiche queste regioni si sono differenziate paleogeograficamente ed hanno avuto una diversa evoluzione strutturale.

Lungo la linea della Valsugana, il cui piano di faglia si abbassa verso nord, la parte settentrionale è più alta di quella meridionale. In questo modo unità geologiche più antiche, comprendenti la successione permotriassica ed il suo basamento di scisti cristallini affioranti a nord, si trovano a contatto laterale con le unità più giovani, del Triassico superiore e del Giurassico, che affiorano a sud.

La Dolomia Principale (che costituisce anche le Tre Cime di Lavaredo ed il Campanile di Val Montanara) è la formazione più antica che affiora nel gruppo della Schiara, di cui sono costituite la parete sud della Schiara e la Gusela del Vescovà.

Nel gruppo sono presenti molte fratture: infatti, la Dolomia Principale presenta spesso una caratteristica fessurazione sub-verticale, che lavorata dagli agenti erosivi quali il gelo e le piogge, porta alla scultura di torrioni e guglie, come la Gusela del Vescovà, situata proprio in una zona di facile erosione quale una forcella (forcella della Gusela). Essa è caratterizzata da un profondo e complesso quadro fessurativo, con una fessura principale dall'alto al basso che la divide sostanzialmente in due parti e con altre evidenti fessure che sono presenti alla base della guglia stessa di quantità e dimensioni tali da poterne compromettere la stabilità e in definitiva la sua stessa esistenza.

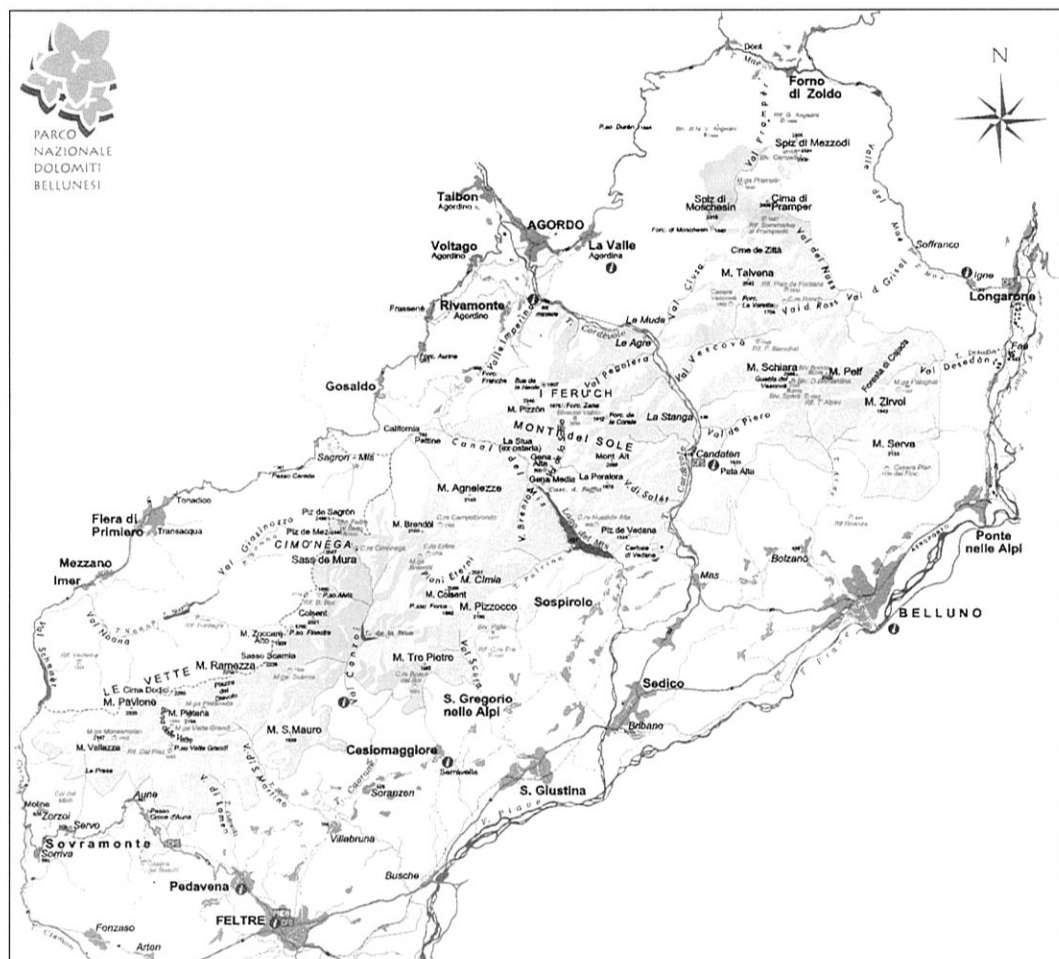



Fig. 1) *Il Parco Nazionale delle Dolomiti Bellunesi.*

La Gusela del Vescovà (figura 2) costituisce un elemento di grande interesse non solo geomorfologico ma anche storico-monumentale perché, nel corso dei secoli, è diventata il simbolo della città di Belluno. Lo scopo del presente lavoro è quello di integrare tre diverse tecniche di rilievo (classico, GPS e fotogrammetrico) per arrivare alla definizione del quadro fessurativo della Gusela del Vescovà ponendo le basi per successivi monitoraggi di controllo deformativo.

Acquisizione ed elaborazione delle misure

Il rilievo della Gusela del Vescovà è stato effettuato utilizzando tre diverse metodologie di misura: misure topogra-

a)

b)

Fig. 2) *a) La "Gusela del Vescovà"; b) Particolare delle fessure presenti alla base.*

fiche classiche, misure GPS e misure fotogrammetriche.

Misure topografiche classiche

Le misure topografiche classiche sono state effettuate utilizzando una stazione totale TCRA 1105 plus con distanziometro reflector less della Leica (figura 2) e sono state definite rispetto ad un sistema di riferimento locale: nella vicinanza della Gusela sono stati materializzati 4 vertici (11, 12, 13, 14) che costituiscono la rete di appoggio per le misure classiche sui quali si è fatta stazione misurando angoli e distanze; successivamente, i dati sono stati compensati secondo uno schema a rete libera (figura 3).

Nella tabella 1 vengono riportati i valori delle coordinate dei 4 vertici e lo scarto quadratico medio ad essi associato.

In corrispondenza della fessura principale della guglia sono stati materializzati altri 6 vertici (1, 2, 3, 4, 5, 6), posti simmetricamente rispetto alla fessura e posizionati a coppie su tre livelli a partire dalla sommità della guglia (figura 4).

In tabella 2 vengono riportati il valore delle coordinate dei 6 vertici in parete ed il relativo scarto quadratico medio

Per lo studio fotogrammetrico del quadro fessurativo sono stati rilevati, contemporaneamente, altri 6 segnali denominati A, B, C, D, E, F; essi sono costituiti da segnali provvisori, sono riconoscibili sui fotogrammi e sono posizionati rispettivamente nelle vicinanze dei vertici 1, 2, 3, 4, 5, 6. Facendo stazione nei punti, sono stati triangolati i 6 vertici sulla parete principale della Gusela (Est-SudEst) con misure di angoli e distanze determinando quindi le coordinate dei 6+6 vertici (1, 2, ..., 6, A, B, ..., F) rispetto allo stesso sistema di riferimento della rete. La serie di misure è stata compensata utilizzando gli algoritmi per la compensazione di reti planimetriche vincolate e i punti fissi sono costituiti dai

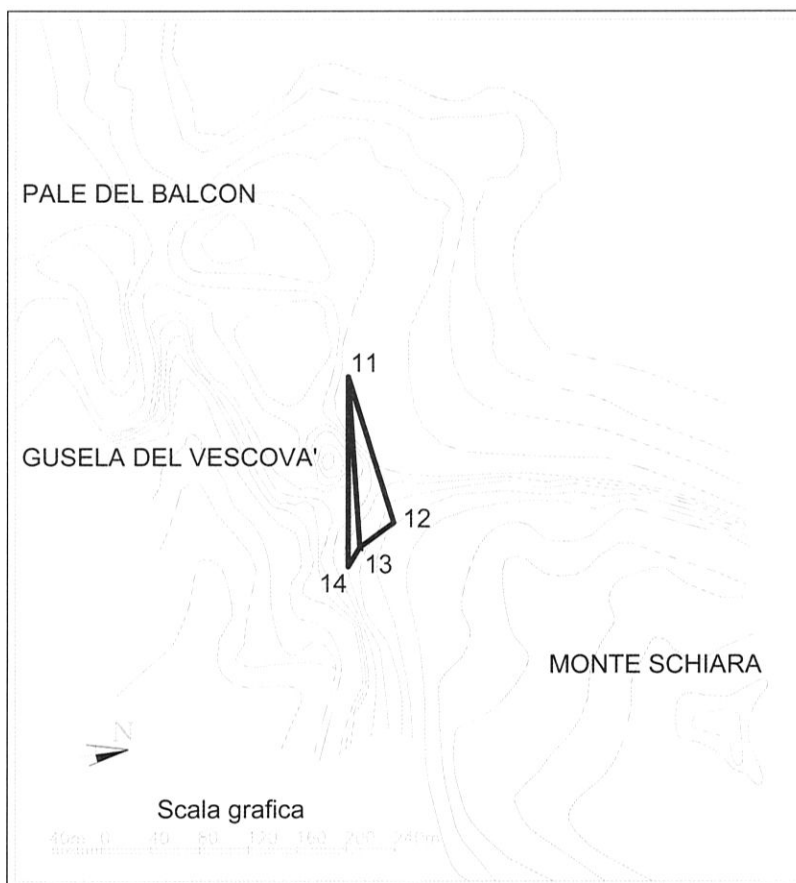



Fig. 3) *Distribuzione planimetrica dei 4 vertici della rete*

vertici della rete di appoggio determinati precedentemente. La ripetizione delle misure in tempi diversi permette quindi di verificare lo spostamento nello spazio delle due parti della guglia divise dalla fessura principale.

Con la stazione totale sono state poi determinate le coordinate 3D di 32 punti fotografici d'appoggio naturali, ben visibili sui fotogrammi, che servono per l'orientamento delle immagini fotogrammetriche.

Misure GPS

Le misure GPS sono state effettuate utilizzando 3 ricevitori GPS Leica System 500 determinando le coordinate WGS84 di un vertice in prossimità del Rifugio Bianchet (~1245 m slm), di un punto sulla sommità del Monte Schiara (~2565 m slm) e di un punto sopra la Gusela (Gusela Nord), in una delle due parti divise dalla fessura. Successivamente è stata realizzata una seconda rete costituita dal vertice del Rifugio Bianchet, dal vertice del

Monte Schiara e da un secondo vertice sopra la Gusela (Gusela Sud) nella parte a Sud della fessura (figura 5).

L'elaborazione delle due reti è stata effettuata utilizzando il software GeoGenius secondo la modalità di rete a minimi vincoli. Anche in questo caso, la ripetizione delle misure GPS in tempi diversi permette di verificare lo spostamento rispetto al sistema di riferimento WGS84 delle due parti della guglia divise dalla fessura.

Dall'analisi dei risultati ottenuti, utilizzando la stazione totale ed il GPS, è possibile inoltre verificare la congruenza delle due metodologie.

Misure fotogrammetriche

Le misure fotogrammetriche sono state effettuate utilizzando una camera semimetrica Rollei 6006. I fotogrammi sono stati digitalizzati con lo scanner fotogrammetrico Wehrli Raster Master RM2 ed elaborati sulla stazione fotogrammetrica DPW 770 Helava (Fabris et al., 2002).

In particolare, sono stati acquisiti due fotogrammi con un obiettivo di distanza focale c = 150.71 mm in corrispondenza

VERTICE	N (m)	E (m)	sqm N (m)	sqm E (m)
14	5000.0007	499.9979	0.0009	0.0007
13	515.7160	509.5044	0.0007	0.0006
12	535.9253	537.1732	0.0009	0.0011
11	654.9109	499.9995	0.0009	0.0002

TABELLA 1) *Coordinate Nord, Est dei vertici della rete ed SQM associati*

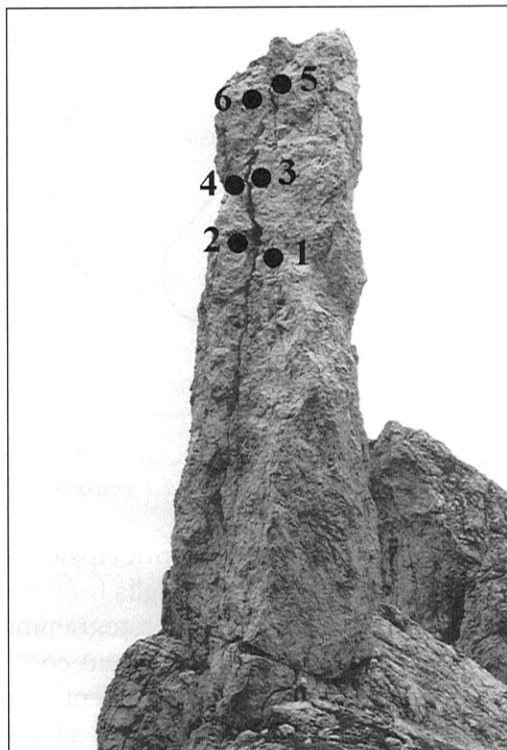



Fig. 4) *Posizione dei 6 vertici sulla parete in corrispondenza della fessura principale.*

VERTICE	N (m)	E (m)	sqm N (m)	sqm E (m)
1	578.7112	484.2169	0.0012	0.0005
2	578.4861	483.2353	0.0012	0.0005
3	579.3874	483.4725	0.0015	0.0006
4	579.5701	483.0095	0.0012	0.0005
5	580.1213	484.2162	0.0012	0.0005
6	580.1046	483.4243	0.0024	0.0009

TABELLA 2) *Coordinate Nord, Est dei vertici in parete ed SQM associati*

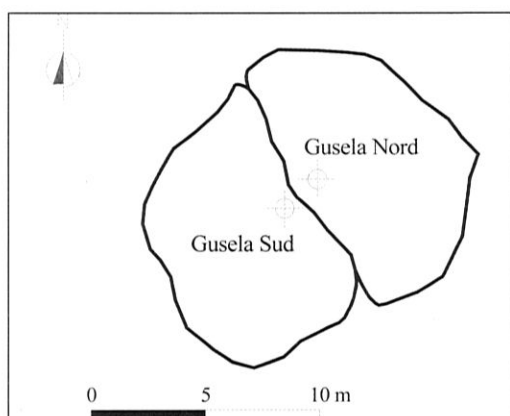



Fig. 5 *Disposizione planimetrica dei vertici sulla sommità della Gusela del Vescovà.*

della parete con la fessura principale: la distanza tra la camera e la guglia (~80 m) fa si che la scala media dei fotogrammi sia 1:500. Per una descrizione più completa delle fessure, che sono presenti anche alla base, sono stati acquisiti altri 6 fotogrammi attorno alla Gusela (figura 6) con un obiettivo di distanza focale c = 40.65 mm, con una scala media 1:2000.

La scansione dei fotogrammi è stata effettuata a 12 μm (~2116 dpi): nel caso dei fotogrammi in scala media 1:500 la risoluzione in parete è di ~0.64 cm, mentre nel caso dei fotogrammi in scala media 1:2000 è ~2.36 cm. Sia nel primo che nel secondo caso, sono stati estratti i modelli digitali della guglia (DTM – Digital Terrain Model) (Bellone et al., 1999, Forlani, 1995, Forlani, Pinto, 1999). In particolare con i 6 fotogrammi acquisiti attorno alla guglia con l'obiettivo di distanza focale c = 40.65 mm è stato possibile estrarre 4 DTM, con griglia di 5 cm.

Per valutare la precisione dei modelli fotogrammetrici, sono state confrontate le coordinate di alcuni punti fotografici d'appoggio (non utilizzati per l'orientamento dei fotogrammi) con quelle ottenute con l'utilizzo della stazione integrata (Tabelle 3 e 4).

I primi due modelli digitali del terreno, in corrispondenza della fessura principale, sono mostrati nelle figure 7 e 8: in

N°	Punti fotografici d'appoggio			Misura sul modello		
	X (cm)	Y (cm)	Z (cm)	X (cm)	Y (cm)	Z (cm)
1	48298.38	57956.29	235547.65	48300.86	57961.26	235550.90
2	48338.93	58008.18	235898.46	48340.73	58011.57	235901.25
3	48251.93	57886.26	234080.64	48251.86	57888.52	234080.52
4	48680.35	58103.68	235979.94	48682.20	58104.45	235980.24
5	48671.00	57919.77	235285.24	48669.53	57921.99	235285.53
6	48744.61	57747.40	233884.01	48745.36	57751.66	233883.02

TABELLA 3) *Confronto tra le coordinate dei punti fotografici d'appoggio misurate con l'utilizzo della stazione totale e quelle misurate sul modello (c = 150.71 mm).*

N°	Punti fotografici d'appoggio			Misura sul modello		
	X (cm)	Y (cm)	Z (cm)	X (cm)	Y (cm)	Z (cm)
A	53150.49	53454.72	233500.37	53142.49	53445.13	233503.97
B	53814.35	53632.18	233648.89	53809.30	53641.39	233646.18
C	53592.13	53279.28	233884.01	53586.81	53286.35	233882.15
D	53549.36	53272.06	233049.45	53546.49	53264.37	233048.29

TABELLA 4) *Confronto tra le coordinate dei punti fotografici d'appoggio misurate con l'utilizzo della stazione totale e quelle misurate sul modello (c = 40.65 mm).*

figura 7 la rappresentazione a curve di livello, è costituita da 695688 punti; in figura 8, invece, da 765232 punti. In figura 8 viene mostrato un particolare del quadro fessurativo presente alla base. È possibile, inoltre, documentare le variazioni morfologiche avendo a disposizione DTM generati a partire da immagini acquisite in tempi diversi (Donati et al., 2000).

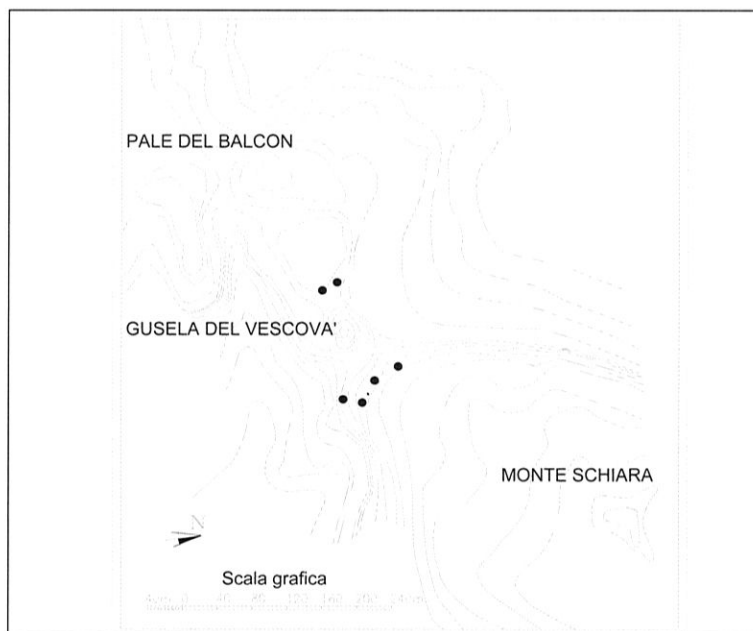



Fig. 6) *Disposizione dei punti di presa fotogrammetrica*

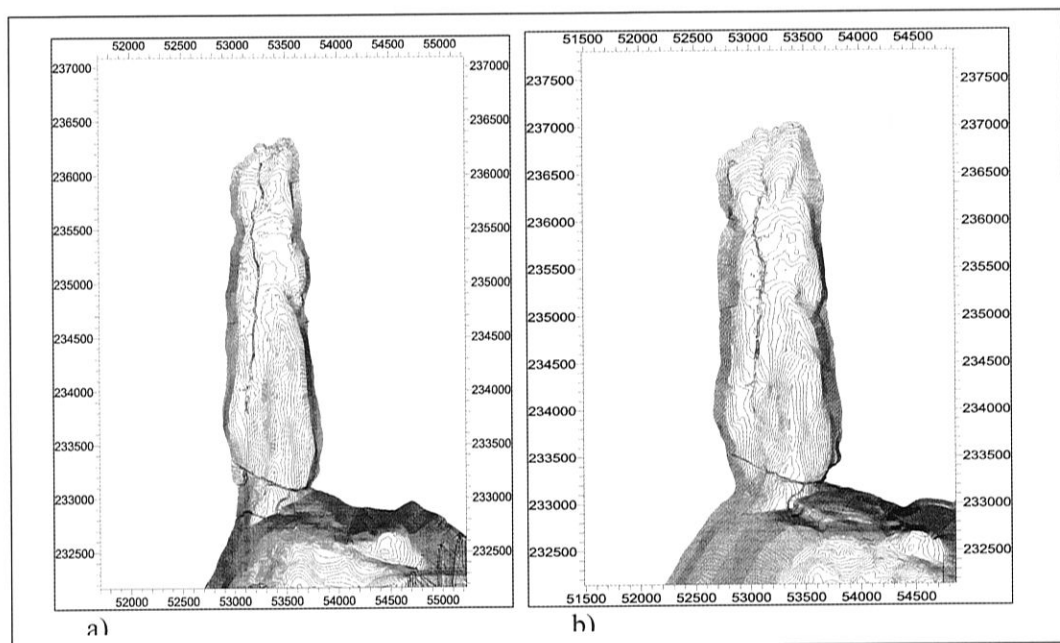



Fig. 7) *Rappresentazione a curve di livello: a) della parete est-sudest; b) della parete est-nordest.*

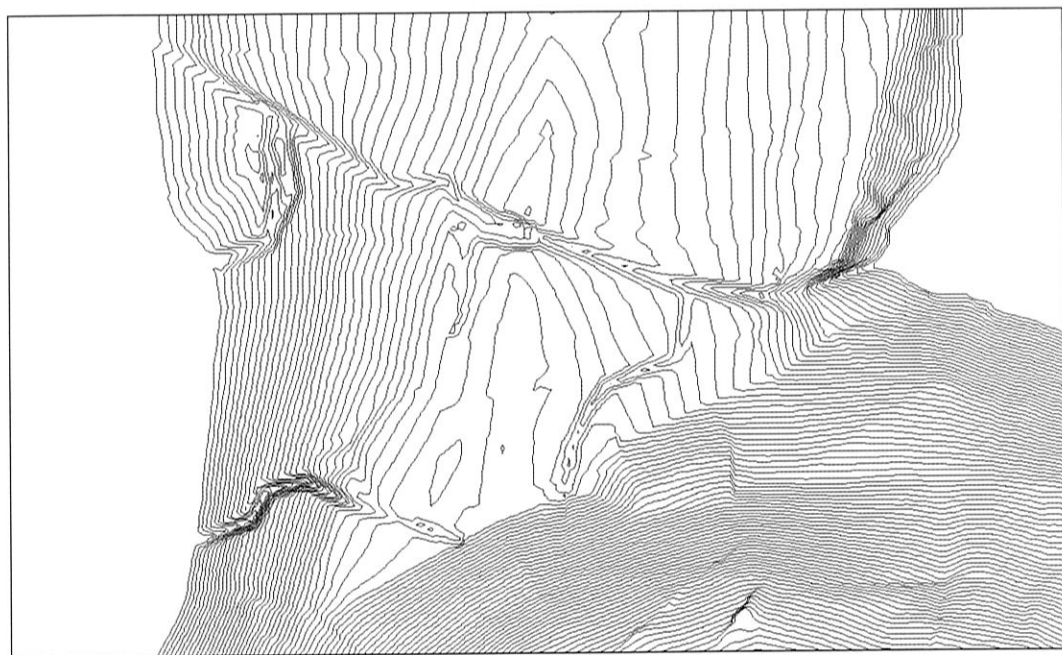



Fig. 8) *Particolare delle fessure presenti alla base (parete est-sudest).*

Conclusioni

L'integrazione di tre metodologie di rilievo (topografica classica, GPS e fotogrammetrico) ha permesso di arrivare alla definizione completa del quadro fessurativo della guglia denominata "Gusela del Vescovà". Sono state inoltre poste le basi per successivi monitoraggi di controllo deformativo: infatti, dalla ripetizione nel tempo delle misure topografiche classiche sui 6 vertici in prossimità della fessura principale è possibile valutare lo spostamento (deformazione) dei vertici stessi. Analogamente, dalle misure GPS è possibile valutare lo spostamento dei due vertici sulla sommità della Gusela e la compatibilità rispetto alle misure topografiche classiche. La ripetizione di prese fotogrammetriche (con nuovi punti fotografici d'appoggio), anche se con precisione inferiore rispetto alle tecniche precedenti, permetterà l'estrazione di DTM per il monitoraggio dell'evoluzione del quadro fessurativo.

Bibliografia

Bellone T., Lingua A., Rinaudo F. (1999), "Tecniche di stima robusta in fotogrammetria digitale", *Atti della 3° Conferenza Nazionale ASITA*, I: 285-290.

Donati M., Marsella M., Tommasi P. (2000), "La fotogrammetria digitale terrestre applicata al rilievo strutturale di una parete rocciosa", *Atti della 4ª Conferenza Nazionale ASITA*, II: 749-758.

Fabris M., Achilli V., Bedin A., Menin A., Salemi G., Targa G. (2002), "Estrazione di DTM per la definizione morfometrica di strutture montane: la guglia dolomitica della Gusela del Vescovà", *Atti della 6ª Conferenza Nazionale ASITA*, II: 1099-1104.

Forlani G. (1995), "Gli algoritmi della fotogrammetria digitale", *Bollettino della SIFET*, 3: 45-70.

Forlani G., Pinto L. (1999), "La fotogrammetria digitale nel controllo delle variazioni morfologiche del terreno", *Atti della 3° Conferenza Nazionale ASITA*, II: 755-756.

Kraus K. (1997), *Photogrammetry (vol. 2)*, Dummler, Bonn.

Kraus K. (1998), *Fotogrammetria (vol. 1)*, Edizioni Levrotto & Bella, Torino.

Mora P., Baldi P., Casula G., Fabris M., Ghirotti M., Mazzini E., Pesci A. (2002), "Monitoring landslide movements using GPS and digital photogrammetry", *Engineering Geology*, in press.